

#3
C
04-15-2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Norihiko MURATA, et al.

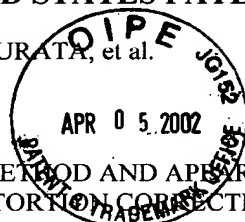
GAU: 2621

SERIAL NO: 09/940,432

EXAMINER:

FILED: August 29, 2001

FOR: IMAGE PROCESSING METHOD AND APPARATUS AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM
USING IMPROVED DISTORTION CORRECTION



REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-261565	August 30, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

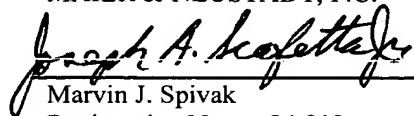
- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

RECEIVED
APR 10 2002
Technology Center 2600

- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- (B) Application Serial No.(s)
 - ☐ are submitted herewith
 - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803



22850



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-261565

出 願 人

Applicant(s):

株式会社リコー

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

RECEIVED

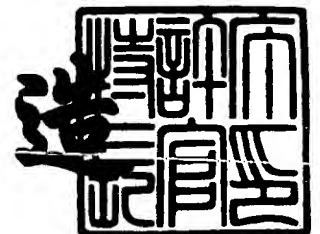
APR 10 2002

Technology Center 26

2001年 8月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3073972

【書類名】 特許願

【整理番号】 0003165

【提出日】 平成12年 8月30日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G03B 19/00

【発明の名称】 画像処理方法と画像処理装置及びコンピュータ読み取り
可能な記録媒体

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 村田 憲彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 北口 貴史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 青木 伸

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

【識別番号】 100070150

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第375651号

【出願日】 平成11年12月28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9911477

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理方法と画像処理装置及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理方法であって、

前記撮影により得られた複数の前記画像内における重複部分の対応関係を特定する第一のステップと、

前記複数の画像の中から前記歪みを補正する対象を選択する第二のステップと

前記第一のステップにおいて特定された前記対応関係に応じて、前記第二のステップで選択された前記画像の前記歪みを補正する第三のステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 前記第二のステップでは、前記画像内において前記被写体が占める領域の広さに応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 3】 前記第二のステップでは、前記画像内において検出される直線状パターンの向きに応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 4】 前記第二のステップでは、前記第一のステップにおいて特定された前記対応関係に応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 5】 前記第二のステップでは、前記撮影毎に検出された前記被写体の向きに応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 6】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理方法であって、

前記撮影により得られた複数の前記画像内における重複部分の対応関係をそれぞれ特定する第一のステップと、

前記複数の画像の中から前記歪みが最も少ない前記画像を選択する第二のステップと、

前記第一のステップにおいて特定された前記対応関係に応じて、前記複数の画像の前記歪みをそれぞれ補正し、前記第二のステップにおいて選択された前記画像と合成する第三のステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 7】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、

前記撮影により得られた複数の前記画像内における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、

前記複数の画像の中から前記歪みが最も少ない前記画像を選択する選択手段と

前記対応検出手段において検出された前記対応関係に応じて、前記複数の画像の前記歪みをそれぞれ補正し、前記選択手段において選択された前記画像と合成する画像合成手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、

これから撮影する複数の前記画像のうち、前記歪みを補正する際の基準とする前記画像を予め選択する選択手段と、

前記選択手段によりなされた前記選択に応じて、次に撮影する前記画像が前記基準とされる前記画像となることをユーザへ通知する通知手段と、

撮影することにより得られた前記基準とされる前記画像と他の前記画像との間における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、

前記対応検出手段により検出された前記対応関係に応じて、前記基準とされる前記画像の前記歪みを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、

前記撮影により得られた複数の前記画像内における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、

前記複数の画像の中から前記歪みを補正する対象を選択する選択手段と、
前記対応検出手段により検出された前記対応関係に応じて、前記選択手段により選択された前記画像の前記歪みを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 0】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、

前記被写体を同時に撮影する複数の光学手段と、

前記複数の光学手段で撮影される前記画像のうち前記補正の対象とする前記画像を選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された前記画像と他の前記画像との間における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、

前記対応検出手段により検出された前記対応関係に応じて、前記選択された画像の前記歪みを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 1】 前記選択手段は、前記画像内において前記被写体が占める領域の広さに応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 9 又は 1 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 2】 前記選択手段は、前記画像内において検出される直線状パターンの向きに応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 9 又は 1 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 3】 前記選択手段は、前記対応検出手段により検出された前記対応関係に応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 4】 前記選択手段は、前記撮影毎に検出された前記被写体の向きに応じて前記補正の対象を自動的に選択する請求項 9 又は 1 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 5】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みをコンピュータにより補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムは、

前記コンピュータに対し、前記撮影により得られた複数の前記画像内における

重複部分の対応関係を特定させ、

前記複数の画像の中から前記歪みを補正する対象を選択させ、

特定された前記対応関係に応じて、選択された前記画像の前記歪みを補正させることを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 6】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みをコンピュータにより補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムは、

前記コンピュータに対し、前記撮影により得られた複数の前記画像内における重複部分の対応関係をそれぞれ特定させ、

前記複数の画像の中から前記歪みが最も少ない前記画像を選択させ、

特定された前記対応関係に応じて、前記複数の画像の前記歪みをそれぞれ補正させて、選択された前記画像と合成させることを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像処理方法と画像処理装置及び記録媒体に関し、さらに詳しくは、撮影状態によらず適正な画像を得るための画像処理方法と画像処理装置、及び該画像処理方法を実現するためのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コンピュータネットワークの急速な進歩と共にビジネスのあり方も多様化し、あらゆる局面で重要な情報を素早く取得する必要性が生じている。それに伴い、至る所で携帯型の入力装置を駆使してビジネスに必要な商品や文書情報を簡便かつ高精細に入力することへの要求が高まっている。特に、デジタルスチルカメラの急速な普及及びその高解像化に伴い、撮影した画像に加工・処理を施すことにより、仕事や娯楽に有効な電子情報として活用しようという応用例も見られるようになった。

【0003】

代表的な第一の応用例としては、A4紙面や大型のポスター等の被写体面を撮影するとき、撮像面と被写体面が平行でない状態で撮影した場合には、画像の歪み（これを「あおり歪み」ともいう。）が生じるが、これを補正することによって取得した文書画像情報の判読性を向上させる技術がある。ここで、「あおり歪み」を補正したい画像においては、被写体の所望の範囲が写されていることが要求される。すなわち、ユーザは撮影した複数枚の画像のうち少なくとも1枚は被写体の所望の範囲が含まれるように撮影する必要がある。従って、撮影した複数枚の画像のうちあおり歪みを補正する対象を選択できるインタフェース（I/F）や、撮影時にユーザへ相応の注意を促すインタフェースが望まれている。

【0004】

また、第二の応用例としては、携帯可能な画像入力装置で新聞紙等の大面積の紙面情報やパネルや壁に描かれた絵柄等を分割撮影して、得られた複数枚の画像を貼り合わせるにより1枚の合成画像を作成するものがある。すなわち、CCD（Charge Coupled Device）に代表される撮像素子の画素数増加に伴い、デジタルカメラの解像度は近年向上しているが、上記のように細かいパターンを有する被写体、すなわち高い周波数成分を含む被写体を撮影して電子化するにはまだまだ解像度が不足する。従って、画像を貼り合わせるにより擬似的に高精細画像を作成して、デジタルカメラの解像度不足を補うというアプローチがなされている。

【0005】

このような応用例は、被写体が平面状とみなせる場合にアフィン変換や射影変換のような幾何補正式を用いて、被写体の一部分を分割撮影した画像を貼り合わせる技術であり、各分割画像の被写体像を基準となる画像における被写体の見え方に変換して貼り合わせるというものである。なお、このような技術の概要は文献『コンピュータビジョンー技術評論と将来展望ー』（松山隆司ほか、新技術コミュニケーションズ）に記載されている。

【0006】

しかしながら、このような応用例において、基準となる画像において被写体像

にあおり歪みが生じていた場合には、貼り合わせた合成画像においてもあおり歪みが含まれてしまうという問題がある。すなわち、分割的に撮影して得られた複数の画像のうち、どの画像を基準にして貼り合わせを実行するかによって、生成される合成画像におけるあおり歪みの大きさが変化する。この問題について図1を参照しつつ説明する。

【0007】

図1(a)に示されるように、例えばある被写体面PLを三方向 $D_1 \sim D_3$ から撮影し、それぞれ画像IM1～IM3が得られたとき、被写体面PLに対して左斜め方向から撮影して得られた画像IM1を基準にしてこれら三つの画像を貼り合わせると、図1(b)に示されるような合成画像IMAが得られる。また、ほぼ正面方向から撮影した画像IM2を基準にして同様に貼り合わせると、図1(c)に示されるような合成画像IMBが得られる。ここで、図1(b)及び図1(c)に示されるように、上記の両合成画像IMA、IMBは、あおり歪みの大きさが大きく異なる。

【0008】

従って、撮影した複数枚の画像のうち少なくとも1枚は被写体面PLにほぼ正対して撮影されたものであることが望まれるため、撮影された複数枚の画像のうち貼り合わせの際に基準とする画像を選択するインタフェース、及びその貼り合わせの基準となる画像を撮影する時にユーザに注意を促すインタフェースが望まれている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、歪みを補正してより適正な画像を容易に得るための画像処理方法と画像処理装置、及び該画像処理方法を実現するためのコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から

撮影された画像の歪みを補正する画像処理方法であって、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係を特定する第一のステップと、複数の画像の中から歪みを補正する対象を選択する第二のステップと、第一のステップにおいて特定された対応関係に応じて、第二のステップで選択された画像の歪みを補正する第三のステップとを有することを特徴とする画像処理方法を提供することにより達成される。このような手段によれば、歪みを補正する対象が選択されるため、適正な画像を得るために最適な画像を補正対象とすることができる。

【 0 0 1 1 】

ここで、第二のステップでは、画像内において被写体が占める領域の広さに応じて補正の対象を自動的に選択するようにしてもよい。このような手段によれば、必要とされる書画情報量が最も豊富な画像の歪みを自動的に補正することができる。

【 0 0 1 2 】

また、第二のステップでは、画像内において検出される直線状パターンの向きに応じて補正の対象を自動的に選択するようにしてもよい。このような手段によれば、被写体にほぼ正対した位置から撮影された画像を自動的に補正対象とすることができる。

【 0 0 1 3 】

また、第二のステップでは、第一のステップにおいて特定された対応関係に応じて補正の対象を自動的に選択するようにすれば、精度の高い補正を確実に実行することができる。

【 0 0 1 4 】

また、第二のステップでは、撮影毎に検出された被写体の向きに応じて補正の対象を自動的に選択するようにすれば、被写体に対してほぼ正対した位置から撮影された画像を自動的に補正対象とすることができる。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理方法であって、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係をそれぞれ特定する第一のステ

ップと、複数の画像の中から歪みが最も少ない画像を選択する第二のステップと、第一のステップにおいて特定された対応関係に応じて、複数の画像の歪みをそれぞれ補正し、第二のステップにおいて選択された画像と合成する第三のステップとを有することを特徴とする画像処理方法を提供することにより達成される。このような手段によれば、歪みが最も少ない画像を基準に合成画像が生成されるため、より適正な合成画像を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、複数の画像の中から歪みが最も少ない画像を選択する選択手段と、対応検出手段において検出された対応関係に応じて、複数の画像の歪みをそれぞれ補正し、選択手段において選択された画像と合成する画像合成手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することにより達成される。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、これから撮影する複数の画像のうち、歪みを補正する際の基準とする画像を予め選択する選択手段と、選択手段によりなされた選択に応じて、次に撮影する画像が基準とされる画像となることをユーザへ通知する通知手段と、撮影することにより得られた基準とされる画像と他の画像との間における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、対応検出手段により検出された対応関係に応じて、基準とされる画像の歪みを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することにより達成される。このような手段によれば、歪みを補正する際の基準とする画像の撮影において、ユーザへ注意を喚起できる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、複

数の画像の中から歪みを補正する対象を選択する選択手段と、対応検出手段により検出された対応関係に応じて、選択手段により選択された画像の歪みを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することにより達成される。

【0019】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置であって、被写体を同時に撮影する複数の光学手段と、複数の光学手段で撮影される画像のうち補正の対象とする画像を選択する選択手段と、選択手段により選択された画像と他の画像との間における重複部分の対応関係を検出する対応検出手段と、対応検出手段により検出された対応関係に応じて、選択された画像の歪みを補正する補正手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置を提供することにより達成される。このような手段によれば、一度の撮影により複数の方向から撮影された複数の被写体像を得ることができるため、歪みを補正するために必要とされる撮影回数を減らすことができる。

【0020】

ここで、選択手段は、画像内において被写体が占める領域の広さに応じて補正の対象を自動的に選択するものとし、あるいは、画像内において検出される直線状パターンの向きに応じて補正の対象を自動的に選択するものとしてすることができる。また、選択手段は、対応検出手段により検出された対応関係に応じて補正の対象を自動的に選択するものとし、あるいは、撮影毎に検出された被写体の向きに応じて補正の対象を自動的に選択するものとしてもよい。

【0021】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みをコンピュータにより補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、該プログラムは、コンピュータに対し、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係を特定させ、複数の画像の中から歪みを補正する対象を選択させ、特定された対応関係に応じて、選択された画像の歪みを補正させることを特徴とするコンピ

ュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにより達成される。このような手段によれば、適正な画像を得るために最適な画像を容易に補正対象とすることができる。

【0022】

また、本発明の目的は、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みをコンピュータにより補正するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、該プログラムは、コンピュータに対し、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係をそれぞれ特定させ、複数の画像の中から歪みが最も少ない画像を選択させ、特定された対応関係に応じて、複数の画像の歪みをそれぞれ補正させて、選択された画像と合成させることを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにより達成される。このような手段によれば、より適正な合成画像を容易に得ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下において、本発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

【実施の形態1】

図2は、本発明の実施の形態1に係る画像処理方法及び画像処理装置を説明するための図である。ここで、本実施の形態においては、図2に示されるように、画像処理装置1により被写体面P-Lの少なくとも一部が重複するよう2枚の画像3, 4が撮影され、これら2枚の画像3, 4のうちいずれか一方、例えば画像3のあおり歪みを補正して最終的に歪み補正画像5を得るという例により説明される。

【0024】

図3は、本発明の実施の形態1に係る画像処理装置1の構成を示す図である。図3に示されるように、画像処理装置1は撮像部11と、信号処理部12と、メモリ制御部13と、主制御部14と、フレームメモリ15と、インタフェース16と、表示部17と、外部記憶部18と、撮影モード設定部19と、基準画像設

定部 2 0 と、対応検出部 2 1 と、画像歪み補正部 2 2 とを備える。そして、撮像部 1 1 はレンズ 1 1 1 と、絞り 1 1 2 と、シャッター 1 1 3 と、光電変換素子 1 1 4 と、前処理部 1 1 5 とを含む。

【 0 0 2 5 】

ここで、信号処理部 1 2 は、前処理部 1 1 5 とメモリ制御部 1 3、主制御部 1 4 及びインタフェース 1 6 に接続される。また、メモリ制御部 1 3 はさらにフレームメモリ 1 5 と基準画像設定部 2 0 に接続される。主制御部 1 4 はさらに、メモリ制御部 1 3 と撮影モード設定部 1 9 及び基準画像設定部 2 0 に接続される。

【 0 0 2 6 】

またフレームメモリ 1 5 は、メモリ制御部 1 3 と対応検出部 2 1 及び画像歪み補正部 2 2 に接続される。また、インタフェース 1 6 はさらに表示部 1 7 及び外部記憶部 1 8 に接続される。そして、基準画像設定部 2 0 はさらに画像歪み補正部 2 2 に接続される。また、対応検出部 2 1 はさらに画像歪み補正部 2 2 に接続される。

【 0 0 2 7 】

一方、撮像部 1 1 においては、レンズ 1 1 1 と絞り 1 1 2、シャッター 1 1 3、光電変換素子 1 1 4 が光軸上でこの順に配置され、光電変換素子 1 1 4 は前処理部 1 1 5 に接続される。

【 0 0 2 8 】

上記において、撮影モード設定部 1 9 により撮影モードが切り替えられ、基準画像設定部 2 0 であおり歪みを補正する画像が設定される。また対応検出部 2 1 は、少なくとも一部が相互に重複した二つの画像において、両画像間の特徴点及び対応点を抽出する。そして、画像歪み補正部 2 2 は対応検出部 2 1 から供給された信号に応じて、撮影した画像におけるあおり歪みを補正する。なお、上記における基準画像の設定や対応検出部 2 1 の動作、あおり歪みの補正については、後において詳しく説明する。

【 0 0 2 9 】

また、撮像部 1 1 の光電変換素子 1 1 4 には例えば CCD が使用される。また、前処理部 1 1 5 にはプリアンプや自動利得制御回路 (Auto Gain Control-AGC

）等からなるアナログ信号処理部やアナログーデジタル変換器（A/D変換器）が備えられ、光電変換素子114より出力されたアナログ映像信号に対して、増幅やクランプ等の前処理が施された後、上記アナログ映像信号がデジタル映像信号に変換される。

【0030】

また、信号処理部12はデジタル信号処理プロセッサ（DSPプロセッサ）等により構成され、撮像部11において得られたデジタル映像信号に対して色分解、ホワイトバランス調整、 γ 補正など種々の画像処理を施す。また、メモリ制御部13はこのようにして処理された画像信号をフレームメモリ15へ格納したり、逆にフレームメモリ15に格納された画像信号を読み出す。また、主制御部14はマイコンなどにより構成される。また、フレームメモリ15は少なくとも2枚の画像を格納し、一般的にはVRAM、SRAM、DRAM等の半導体メモリが使用される。

【0031】

ここで、フレームメモリ15から読み出された画像信号は、信号処理部12において画像圧縮等の信号処理が施された後、インタフェース16を介して外部記憶部18に保存される。この外部記憶部18はインタフェース16を介して供給される画像信号などの種々の信号を読み書きし、ICメモリカードや光磁気ディスク等により構成される。ここで外部記憶部18として、モデムカードやISDNカードが使用されれば、ネットワークを経由して画像信号を直接遠隔地の記録媒体に送信することもできる。

【0032】

また、逆に外部記憶部18に記録された画像信号の読み出しは、インタフェース16を介して信号処理部12へ画像信号が送信され、信号処理部12において画像伸長が施されることによって行われる。一方、外部記憶部18及びフレームメモリ15から読み出された画像信号の表示は、信号処理部12において画像信号に対してデジタルーアナログ変換（D/A変換）や増幅などの信号処理を施した後、インタフェース16を介して表示部17に送信することにより行われる。ここで表示部17は、インタフェース16を介して供給された画像信号に応じて画像を表示し、例えば画像処理装置1の筐体に設置された液晶表示装置より構成

される。

【0033】

図4は、図3に示された画像処理装置を示す斜視図である。図4に示されるように、本実施の形態に係る画像処理装置1は電源スイッチ101と、シャッター102と、ファインダ103と、撮影モード設定部19に撮影モードを設定するための撮影モード設定キー104と、表示部17に映された画像を上方向へスクロールするための上方向スクロールキー201と、表示部17に映された画像を下方向へスクロールするための下方向スクロールキー202と、決定キー203とを含む。

【0034】

以下において、上記のような構成を有する画像処理装置の動作を、図4と図5に示されたフローチャートとを参照しつつ説明する。まず最初に、電源スイッチ101を切り替えて画像処理装置1を起動し、撮影モードの選択を行う。ここで、上記撮影モードは通常のスナップ写真を撮影する通常モードと、撮影した画像のあおり歪みを補正した画像を生成するあおり補正モードよりなる。そして、この撮影モードの選択は、ユーザが撮影モード設定キー104を操作することによりなされる。なお撮影モード設定部19として、画像処理装置1の本体には撮影モード設定キー104が設けられる。但し、撮影モード設定部19は、本体とは別個に設けられるハードウェア又はソフトウェア等で構成しても良い。

【0035】

そして図5に示されるように、ステップS1においてあおり補正モードを選択するか否か判断され、あおり補正モードが選択されず通常モードが選択されると、ステップS10へ進みユーザにより所望の被写体のスナップ写真が撮影される。

【0036】

一方、ステップS1においてあおり補正モードが選択されると、ステップS2へ進む。そして、ユーザは撮像部11により被写体面PLを少なくとも二枚撮影し、画像処理装置1には被写体像が取り込まれる。なお、このとき互いに被写体像の一部が重なり合うように各々の画像が撮影される必要がある。

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ S 3 において被写体像の入力が終了したか否かが判断され、終了していない場合にはステップ S 2 へ戻り、さらに被写体像の入力が継続される。一方、ユーザによる撮影終了の指示により被写体像の入力を終了した場合には、ステップ S 4 へ進む。なお、上記指示は撮影モード設定キー 1 0 4 をもう一度押して通常モードに切り替えることによりなされる他、撮影終了を指示するためのスイッチを別途設けてもよい。

【 0 0 3 8 】

また、撮影中においては図 6 に示されるように、表示部 1 7 に例えば「1 枚目」等のような現在の撮影枚数と、「撮影モード設定キーを押すと終了」等のような撮影終了方法とをオーバーレイ表示しても良い。

【 0 0 3 9 】

そして、上記のように撮影が終了すると、ステップ S 4 以下においてあおり歪みを補正する動作に入るが、まずステップ S 4 においてどの画像のあおり歪みを補正するかを選択して該画像を設定する。なお、この時選択された画像は、以下において「基準画像」とも呼ぶ。そして、この基準画像の設定は基準画像設定部 2 0 において行われる。以下において、基準画像設定部 2 0 の構成及び動作を詳しく説明する。

【 0 0 4 0 】

図 7 は、図 3 に示された基準画像設定部 2 0 のレイアウトを示す図である。図 7 に示されるように、基準画像設定部 2 0 は上方向スクロールキー 2 0 1 と、下方向スクロールキー 2 0 2 及び決定キー 2 0 3 を含む。そして、図 7 に示されるようにステップ S 3 においてユーザにより撮影終了の指示がなされると、表示部 1 7 において「基準画像設定」という文字がオーバーレイ表示され、ユーザに基準画像を選択するよう指示される。

【 0 0 4 1 】

するとユーザにより、上方向スクロールキー 2 0 1 や下方向スクロールキー 2 0 2 が操作され、上記ステップ S 2 において撮影された画像が順次切り替えつつ表示される。なお、上方向スクロールキー 2 0 1 を押すことにより、現在表示さ

れている画像の1つ前に撮影された画像が表示され、また下方向スクロールキー202を押すことにより、現在表示されている画像の1つ後に撮影した画像が表示される。そして、基準画像として選択される画像が表示部17に表示されている状態で決定キー203を押すと、その時点で表示されている画像が基準画像として決定される。

【0042】

そして上記基準画像としては、撮影された複数の画像の中で被写体面PLが最も広い領域に渡り写っており、かつ、撮影時における撮像面の被写体面に対してなす角ができるだけ小さい画像が、ユーザにより選択される。

【0043】

ここで、被写体領域と上記傾斜角とを装置内部で計算し、該計算の結果に応じてあおり歪みを補正する対象、すなわち基準画像として最適な画像を自動的に選択するようにすることも考えられる。図8は、このような動作を実現する画像処理装置2の構成を示す図である。図8に示されるように、画像処理装置2には図3に示された画像処理装置1に含まれた基準画像設定部20の代わりに被写体領域決定部23が備えられる。

【0044】

そして、上記被写体領域決定部23は、撮影した画像において被写体が占める領域を検出する処理を行い、例えば文献『画像の処理と認識』（安居院猛・長尾智晴共著、昭晃堂）に記載されているように、（a）領域成長法や領域分割法のように画像上でクラスタリングを行う方法、（b）ヒストグラムによる領域分割など、特徴空間上でクラスタリングを行う方法、（c）輪郭線追跡などの画像中のエッジを用いる方法、（d）テクスチャ解析、などの領域分割方法が適用される。但し、被写体面が矩形である場合には、画像上での被写体の四隅の頂点座標が外部入力されることにより、被写体の領域が一意に決定される。

【0045】

このように被写体領域決定部23で得られた被写体の領域を示すデータは、画像歪み補正部22へ供給され、該領域が最も広い画像が画像歪み補正部22で選択される。さらに画像歪み補正部22では、以下において詳述するように、撮像

面の被写体面 P L に対してなす角度が計算されるため、上記領域が最も広い画像が複数ある場合、すなわち例えば被写体面の全体が写っている画像が複数ある場合には、上記角度が最も小さい画像が最終的に基準画像として選択される。

【 0 0 4 6 】

なお、以上のような自動的に基準画像を選択する機能は、以下におけるいずれの実施の形態においても同様に適用できる。

【 0 0 4 7 】

次にステップ S 5 へ進み、上記のように決定された基準画像の中において特徴点を検出され、該基準画像の少なくとも一部において重複する画像（以下において、「参照画像」とも呼ぶ。）の中においては上記特徴点と同一箇所を示す対応点を検出される。このような特徴点と対応点の検出は、図 3 に示された対応検出部 2 1 により行われる。そこで、以下においてこの対応検出部 2 1 の構成及び動作を詳しく説明する。

【 0 0 4 8 】

対応検出部 2 1 は、上記のように互いに重複した領域を持つ 2 枚の画像において、撮影した同一の部分を検出するものである。そして、ここでは相関演算を用いた方法について説明する。

【 0 0 4 9 】

図 9 は、図 3 に示された対応検出部 2 1 の構成を示す図である。図 9 に示されるように、対応検出部 2 1 はフレームメモリ 1 5 に接続された特徴点設定部 2 1 1 と、特徴点設定部 2 1 1 及びフレームメモリ 1 5 に接続された相関演算部 2 1 2 とを備える。なお、図 3 に示されたフレームメモリ 1 5 には、基準画像と参照画像とが格納されている。

【 0 0 5 0 】

ここで特徴点設定部 2 1 1 は、基準画像において特徴点の位置を決定したのち、その特徴点を中心とする $(2N+1) \times (2P+1)$ 個の濃淡パターンを抽出し、相関窓と呼ばれる領域のデータを作成する。なお上記特徴点の位置は、角 (corner) のように画像の濃度パターンが特徴的である箇所を抽出することにより決定される。

【0051】

また相関演算部212は、基準画像に基づいて作成した相関窓の濃淡パターンとほぼ一致する箇所を、参照画像内において相関演算を実行することにより検出し、これに対応点と決定する。ここで、相関演算によるブロックマッチングにより対応点を検出する一例について、図10を参照しつつ説明する。

【0052】

図10に示されるように、 $(2N+1) \times (2P+1)$ 個の濃淡パターンからなる相関窓215、216のブロックマッチングにおいて、基準画像7内の座標 (x_{i0}, y_{i0}) を有するi番目の特徴点213と、参照画像9内の座標 $(x_{i0} + dx_i, y_{i0} + dy_i)$ を有する対応点217の相互相関値 S_i は、次式により計算される。

【0053】

【数1】

$$S_i = \frac{1}{K} \sum_{x=-N}^N \sum_{y=-P}^P \left[I_s(x_{i0} + x, y_{i0} + y) - \overline{I_s(x_{i0}, y_{i0})} \right] \\ \times \left[I_r(x_{i0} + dx_i + x, y_{i0} + dy_i + y) - \overline{I_r(x_{i0} + dx_i, y_{i0} + dy_i)} \right] \quad (1)$$

なお、上記式(1)において $I_s(x, y)$ は基準画像7の座標点 (x, y) における濃度を示し、 $I_r(x, y)$ は参照画像9の座標点 (x, y) における濃度を示す。また、 $\overline{I_s(x, y)}$ は基準画像7における相関窓215内の座標点 (x, y) を中心とした $(2N+1) \times (2P+1)$ 個のパターンにおける平均濃度を示し、 $\overline{I_r(x, y)}$ は参照画像9における相関窓216内の座標点 (x, y) を中心とした $(2N+1) \times (2P+1)$ 個のパターンにおける平均濃度を示す。また、Kは定数を示す。

【 0 0 5 4 】

そして、上記式 (1) により各特徴点 2 1 3 に対して、相互相関値 S_i の最大値が予め定められた閾値以上である点を求めることにより、参照画像 9 における対応点 2 1 7 が求められる。なお、相互相関値 S_i の最大値が閾値以下ならば、対応点は存在しないものとされる。

【 0 0 5 5 】

このようにして、特徴点と対応点の検出が終了すると、図 5 に示されたステップ S 6 において基準画像 7 のあおり歪みを補正するパラメータを計算すると共に、ステップ S 7 において該パラメータを基に画像のあおり歪みを補正した画像を作成し動作を終了する。なお以下においては、それぞれ上記パラメータを「歪み補正パラメータ」、あおり歪みを補正した画像を「歪み補正画像」ともいう。

【 0 0 5 6 】

そして、上記歪み補正パラメータの計算及び歪み補正画像の生成は、画像歪み補正部 2 2 により実行される。以下において、この画像歪み補正部 2 2 の構成及び動作について詳しく説明する。

【 0 0 5 7 】

画像歪み補正部 2 2 は、対応検出部 2 1 が検出した特徴点と対応点の関係を用いて、被写体面を正面から撮影した画像に変換することにより、あおり歪みを補正する。そして、この画像歪み補正部 2 2 の構成は図 1 1 に示される。図 1 1 に示されるように、画像歪み補正部 2 2 は 3 次元演算部 2 2 1 とパラメータ算出部 2 2 2 及び座標変換部 2 2 3 を含む。ここで、3 次元演算部 2 2 1 は対応検出部 2 1 と基準画像設定部 2 0 に接続され、パラメータ算出部 2 2 2 は 3 次元演算部 2 2 1 に接続される。また、座標変換部 2 2 3 はパラメータ算出部 2 2 2 とフレームメモリ 1 5 及び基準画像設定部 2 0 に接続される。

【 0 0 5 8 】

以下において、画像歪み補正部 2 2 の動作を説明する。なお以下においては、図 1 2 に示されるように、被写体面 P L に対して基準画像 7 及び参照画像 9 が撮影されると共に、撮像部 1 1 の光学系は図 1 3 に示されるように、x 軸に関しては画像面 2 2 4 の右向きを正、y 軸に関しては画像面 2 2 4 の下向きを正、光軸

方向の z 軸に関しては撮像部 1 1 の光学中心である原点 O から画像面 2 2 4 へ向かう向きを正、該光学系の焦点距離は f とされる中心射影モデル (perspective projection model) とされる場合を例として説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 に示された 3 次元演算部 2 2 1 は、上記特徴点 2 1 3 と対応点 2 1 7 との関係により、以下の 3 次元パラメータを算出する。すなわち、図 1 2 に示される基準画像撮影時を基にした参照画像撮影時における撮像部 1 1 の向きの変化を示す回転行列 R と、基準画像撮影時を基にした参照画像撮影時における撮像部 1 1 の位置の変化を示す並進運動ベクトル t と、被写体面 PL の向きを示す法線ベクトル n とが算出される。そして、これら 3 つの 3 次元パラメータ $\{R, t, n\}$ を求める方法は、主に以下の二つとされる。

【 0 0 6 0 】

すなわち第一の方法として、8 つ以上の特徴点と対応点の組により、各画像撮影時のカメラの位置や姿勢、及び各対応点の 3 次元座標を計算した上で、被写体が平面であると仮定して、該得られた 3 次元座標を 1 つの平面に当てはめる方法がある。

【 0 0 6 1 】

また第二の方法として、4 つ以上の特徴点と対応点の組より、射影変換行列 (homography matrix) を計算し、得られた射影変換行列により各画像撮影時のカメラの位置や姿勢、及び被写体面の向きを算出する方法がある。

【 0 0 6 2 】

ここで、上記第一の方法は、汎用の運動立体視技術であり、線形演算により上記パラメータ $\{R, t, n\}$ が一意に求められるが、その詳細は 3 次元計測やコンピュータビジョンに関する一般的な文献 (例えば『3 次元ビジョン』徐剛・辻三郎共著、共立出版) に記録されている。一方、上記第二の方法は、被写体が平面であるという拘束条件のもとで成立する座標変換式 (射影変換行列) を求めてから、カメラの向きと被写体面の向きを算出するものである。そして、3 次元演算部 2 2 1 は、いうまでもなく上記第一及び第二のいずれの方法も採ることができるが、ここでは第二の方法に基づいた動作を説明する。

【0063】

まず射影変換行列の算出手順を詳しく説明する。ここで、基準画像から参照画像への射影変換とは、図14に示されるように、基準画像7に写った被写体像が参照画像9と同じ方向から撮影された場合に得られる像に変換された画像10を得ることを指す。そして、この射影変換を数式で表すと、基準画像における点(x_s, y_s)と参照画像における点(x_r, y_r)とが対応関係にある場合には、次式のようなになる。

【0064】

【数2】

$$\begin{cases} x_r = \frac{b_1 x_s + b_2 y_s + b_3}{b_7 x_s + b_8 y_s + 1} \\ y_r = \frac{b_4 x_s + b_5 y_s + b_6}{b_7 x_s + b_8 y_s + 1} \end{cases} \quad (2)$$

そして、上記の式(2)における8つの未知数 $b_1 \sim b_8$ を

【0065】

【数3】

$$B = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 \\ b_4 & b_5 & b_6 \\ b_7 & b_8 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

と行列Bとしてまとめ、これを射影変換行列と呼ぶ。この射影変換行列Bを求めるには、基準画像における座標が(x_{si}, y_{si})である特徴点と、参照画像における座標が(x_{ri}, y_{ri})である対応点($i = 1, \dots, N; N \geq 4$)との組を4組以上用いる。ここで、座標(x_{si}, y_{si})と座標(x_{ri}, y_{ri})を上記式(2)へ代入して $b_1 \sim b_8$ の解を求めればよいが、実際には画

像に重畳するノイズ等の誤差により式(2)は成立しないので、以下に示す最小自乗演算を用いて解くことになる。

【0066】

【数4】

$$\sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{b_1 x_{ii} + b_2 y_{ii} + b_3}{b_7 x_{ii} + b_8 y_{ii} + 1} - x_{ii} \right)^2 + \left(\frac{b_4 x_{ii} + b_5 y_{ii} + b_6}{b_7 x_{ii} + b_8 y_{ii} + 1} - y_{ii} \right)^2 \right] \rightarrow \min. \quad (4)$$

そして、上記式(4)は以下のように変形される。

【0067】

【数5】

$$\sum_{i=1}^N [(b_1 x_{ii} + b_2 y_{ii} + b_3 - (b_7 x_{ii} + b_8 y_{ii} + 1)x_{ii})^2 + (b_4 x_{ii} + b_5 y_{ii} + b_6 - (b_7 x_{ii} + b_8 y_{ii} + 1)y_{ii})^2] \rightarrow \min. \quad (5)$$

上記式(5)の左辺を $b_1 \sim b_8$ でそれぞれ変微分して得られた導関数の値が0になるという拘束条件を利用すると、 $b_1 \sim b_8$ は連立一次方程式を解くことにより計算される。すなわち、射影変換行列Bは上記対応付けられた組を用いて、簡単な線形演算により求めることができる。

【0068】

続いて、射影変換行列Bより3次元パラメータ $\{R, t, n\}$ を求める手順を説明する。被写体面の法線ベクトル n を

【0069】

【数 6】

$$n = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \quad (a^2 + b^2 + c^2 = 1, c > 0) \quad (6)$$

とし、基準画像撮影時を基準とした被写体面の方程式を、

$$[0.070]$$

【数 7】

$$(n, r) + d = 0 \quad (7)$$

ここで、 $|d|$ は原点から被写体面 PL までの距離を示し、 $r = [x \ y \ z]^T$ とおかれる。また焦点距離 f を用いて、式 (2) は次式のように書き直される。

$$[0071]$$

【数 8】

$$\begin{cases} x_r = f \frac{H_{11}x_s + H_{21}y_s + H_{31}f}{H_{13}x_s + H_{23}y_s + H_{33}f} \\ y_r = f \frac{H_{12}x_s + H_{22}y_s + H_{32}f}{H_{13}x_s + H_{23}y_s + H_{33}f} \end{cases} \quad (8)$$

さらに式 (8) は

【0 0 7 2】

【数 9】

$$\begin{bmatrix} x_r \\ y_r \\ f \end{bmatrix} = s \begin{bmatrix} H_{11} & H_{21} & H_{31} \\ H_{12} & H_{22} & H_{32} \\ H_{13} & H_{23} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ f \end{bmatrix} = s H^T \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ f \end{bmatrix} \quad (9)$$

と変形される。但し、

【0 0 7 3】

【数 1 0】

$$s = \frac{1}{H_{13}x_i + H_{23}y_i + H_{33}f} \quad (10)$$

である。この時、式（9）の行列Hとパラメータ{R, t, n, d}との関係は、次式のようにになる。

【0 0 7 4】

【数 1 1】

$$H^T = s' R^T (dI + t n^T) \quad (11)$$

但し、 s' は定数であり、行列Hの各要素はスケール倍の自由度を有している。また、式（3）の射影変換行列Bから式（9）の行列Hへの変換は、次式により行うことができる。

【0 0 7 5】

【数 1 2】

$$H^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & f \end{bmatrix} B \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1/f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3/f \\ b_4 & b_5 & b_6/f \\ fb_7 & fb_8 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

以下において、行列 H より未知のパラメータ $\{R, t, n, d\}$ を求める手順を示す。但し、被写体面との距離を表す変数 d と並進運動ベクトル t の大きさのスケールは不定であるので、

【0 0 7 6】

【数 1 3】

$$\|t\|=1 \quad (13)$$

と仮定する。ここで、パラメータ $\{R, t, n, d\}$ の解を導出する計算過程は、文献『画像理解＝3次元認識の数理－』（金谷健一著、森北出版）に詳細が記されているが、その結果をまとめると以下ようになる。

(i) 式 (9) の行列 H の各要素に適当な定数をかけて、 $\det [H] = 1$ となるようにする。(ii) 対称行列 HH^T の固有値を $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$ とし、対応する固有ベクトル u_1, u_2, u_3 を互いに直交し、この順に右手系を作る単位ベクトルにとる。但し $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 > 0$ とする。(iii) $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ ならば、運動パラメータは、

【0 0 7 7】

【数 14】

$$t=0, R=H \quad (14)$$

であり、被写体面のパラメータ $\{n, d\}$ は不定である。そうでなければ、次のように2組の解が得られる。(iv) 被写体面のパラメータ $\{n, d\}$ は、次のように定まる。

【0078】

【数 15】

$$n = \frac{\varepsilon}{\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_3^2}} \left(\pm \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_2^2} u_1 + \sqrt{\sigma_2^2 - \sigma_3^2} u_3 \right) \quad (15)$$

【0079】

【数 16】

$$d = -\frac{\sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (16)$$

但し $\varepsilon = \pm 1$ であり、 ε を $c > 0$ になるように選ぶ。また、(v) 単位並進運動ベクトル t は次のように定まる。

【0080】

【数 1 7】

$$t = \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_3^2}} \left(\pm \sigma_3 \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_2^2} u_1 - \sigma_1 \sqrt{\sigma_2^2 - \sigma_3^2} u_3 \right) \quad (\text{複号同順}) \quad (17)$$

また、回転行列 R は次のように
定まる。

【0 0 8 1】

【数 1 8】

$$R = \frac{1}{\sigma_2} \left[I - \frac{1}{(n, t) + d} n t^T \right] H \quad (18)$$

従って、行列 B よりパラメータ {R, t, n, d} の解が 2 通り得られるが、大抵の場合は導出された値より真の解を判別することができる。なお、途中の計算で撮像部 1 1 の焦点距離 f を使用するが、焦点距離 f の値は撮像部 1 1 の光学系パラメータを内部メモリ（図示せず）に記憶するなどの方法により容易に得ることが可能である。また、撮像部 1 1 の光学系の焦点距離が可変で基準画像と参照画像の焦点距離が異なる場合でも、双方の画像の焦点距離が既知であれば、上記 3 次元パラメータ算出手順をそのまま適用でき、焦点距離は光学系にエンコーダを設置するなどの方法により検出可能である。

【0 0 8 2】

次に、図 1 1 に示されたパラメータ算出部 2 2 2 は、被写体面を撮影した時の撮像部 1 1 と 3 次元演算部 2 2 1 で算出された被写体面の向きとの関係に基づき、あおり歪みを補正するパラメータを計算する。ここで、本実施の形態において

は図15に示されるように、3次元演算部221が算出した被写体面に平行な平面を被投影面31として、あおり歪みを有する被写体像を含む画像面30を投影するという射影変換を行うことにより、画像のあおり歪みが補正される。ここで例えば、画像面30上の点P1は被投影面31上の点P2に投影される。以下において上記あおり歪みを補正するパラメータの計算方法を説明する。

【0083】

まず、図16に示されるように、装置座標系33におけるz軸を被投影面31の単位法線ベクトルに一致させる座標変換を示す回転行列R'を求める。この場合、次の関係式が成立する。

【0084】

【数19】

$$R' \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} \quad (19)$$

そして、上記式(9)を満たす回転行列R'は多数存在するが、ここでは回転行列R'を次式のように定義する。

【0085】

【数20】

$$R' = R'_y R'_x = \begin{bmatrix} R'_{11} & R'_{12} & R'_{13} \\ R'_{21} & R'_{22} & R'_{23} \\ R'_{31} & R'_{32} & R'_{33} \end{bmatrix} \quad (20)$$

但し、ここでR'_xとR'_yはそれぞれ次のように示される。

【0086】

【数 2 1】

$$R'_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix}, \quad R'_y = \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} \quad (21)$$

これは、図 1 7 に示されるように、以下の順序で装置座標系（x y z 座標系）3 3 を回転させて、x' y' z' 座標系に変換することに相当する。（i）装置座標系 3 3 を y 軸の回りにだけ β 回転させる。そして、この回転により得られる座標系を $x_1 y_1 z_1$ 座標系とする。（ii）装置座標系を x_1 軸の回りに α だけ回転する。

【0 0 8 7】

ここで、式（1 9）と式（2 0）を用いると、回転角は次式のように導出される。

【0 0 8 8】

【数 2 2】

$$\alpha = \sin^{-1}(-b) \quad (22)$$

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{a}{\sqrt{a^2 + c^2}}\right) \quad (23)$$

そして、このように求められた回転角を式（2 0）及び式（2 1）に代入することにより、行列 R' を一意に定めることができる。

【0 0 8 9】

次に、画像面 3 0 上の座標を被投影面 3 1 上に座標変換する。すなわち、図 1

5において、画像面30の点P1に対応する3次元ベクトルpを延長したときに被投影面31と交差する点P2を、座標変換後の座標とする。そして、装置座標系33を基準とした点P1に対応する3次元ベクトルpは、次式で示される。

【0090】

【数23】

$$P = \frac{k}{ax_s + by_s + cf} \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ f \end{bmatrix} \quad (k > 0) \quad (24)$$

ここで、kは撮像部11の光学中心oから被投影面までの距離を表す拡大係数であるため、kは作成される歪み補正画像の大きさを表している。また3次元ベクトルpは、基準画像撮影時の装置座標系33を基準にして点P1を表したベクトルであるが、これを回転行列R'を用いて次式のように座標変換することにより、撮像部11を被写体面と正対させた時の3次元ベクトルp'に変換される。

【0091】

【数24】

$$P' = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = R'^{-1} P = \frac{k}{ax_s + by_s + cf} \begin{bmatrix} R'_{11} & R'_{21} & R'_{31} \\ R'_{12} & R'_{22} & R'_{32} \\ R'_{13} & R'_{23} & R'_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ f \end{bmatrix} \quad (25)$$

従って、式(25)のx座標とy座標を座標変換後に得られる座標とすることにより、あおり歪みを補正した画像が得られる。そして、以上のような手順により、式(25)を用いて基準画像のあおり歪みを補正するパラメータを算出する

ことができる。

【0092】

次に、座標変換部223はパラメータ算出部222により算出されたあおり歪み補正パラメータを基に、基準画像を座標変換して歪み補正画像を作成する。具体的には、座標変換後の座標(X, Y)に対応する変換前の座標(x_s , y_s)を式(25)に基づいて計算し、計算された座標(x_s , y_s)の近傍における画素値を基に座標(X, Y)における画素値を補間演算により決定する。なお、この補間演算は双一次補間法やB-スプライン補間法などの既存の方法を用いて行えばよい。

【0093】

以上のように、本発明の実施の形態1に係る画像処理装置によれば、互いに少なくとも一部が重なり合うように被写体面が2枚以上撮影されたときには、その撮影された任意の画像におけるあおり歪みを補正してより適正な被写体の全体像を得ることができる。

【0094】

すなわち、上記手順においては全ての画像において被写体の全範囲を撮影する必要はなく、例えば図14に示されるように、被写体の全体を撮影した画像と、被写体の一部分のみを撮影した画像があれば足りる。そしてこのような場合、基準画像設定部20により被写体の全体を撮影した画像の方を基準画像として選ぶことができるので、あおり歪みが補正された被写体の全体像を生成することができる。

【0095】

また歪み補正画像を上記の方法により生成するためには、最低限二枚の被写体像があればよいので、撮影する枚数を二枚に限定すれば、ユーザにとって画像の入力や撮影及び基準画像の設定が簡略化されるだけでなく、画像を記憶するために必要なメモリ容量や特徴点及び対応点の検出、射影変換行列の計算に要する計算コストを小さくすることができる。

〔実施の形態2〕

図18は、本発明の実施の形態2に係る画像処理方法及び画像処理装置を説明

するための図である。図 1 8 (a) に示されるように、同一の被写体面 P L の静止画像が、画像の一部においてそれぞれ重複するように複数の方向 $d_1 \sim d_k$ から撮影された場合における、本実施の形態に係る画像処理装置 6 の動作について説明する。

【0096】

ここで、図 1 8 (a) に示されるように、方向 D_n から撮影することにより画像 $i m n$ ($n = 1, 2 \dots, j, \dots, k$) が得られ、例えば画像 $i m 1$ と画像 $i m 2$ のように隣り合う方向において撮影することにより得られた画像 $i m j$ と画像 $i m (j + 1)$ ($1 \leq j \leq k - 1$) との間ではそれぞれ重複領域があるとする。

【0097】

そして、本実施の形態 2 に係る画像処理装置においては、図 1 8 (b) に示されるように、基準画像として選択されたいずれか一つの画像 $i m j$ に整合するように他の画像が貼り合わされ、合成画像 I M C が得られる。

【0098】

図 1 9 は、本実施の形態 2 に係る画像処理装置 6 の構成を示す図である。図 1 9 に示されるように、画像処理装置 6 は、図 3 に示された上記実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様な構成を有するが、画像歪み補正部 2 2 の代わりに画像合成部 2 4 が備えられる点で相違するものである。ここで、画像合成部 2 4 は対応検出部 2 1 で得られた特徴点と対応点の関係を基に座標変換することにより、互いに重複する領域を持つ画像を貼り合わせるが、この動作については後に詳しく説明する。

【0099】

図 2 0 は、図 1 9 に示された本実施の形態 2 に係る画像処理装置 6 の動作を示すフローチャートである。まず最初に、電源スイッチ 1 0 1 を切り替えて画像処理装置 1 を起動し、撮影モードの選択を行う。ここで、上記撮影モードは通常のスナップ写真を撮影する通常モードと、撮影した画像のあおり歪みを補正した画像を生成するあおり補正モードよりなる。そして、この撮影モードの選択は、ユーザが撮影モード設定キー 1 0 4 を操作することによりなされる。なお撮影モード設定部 1 9 として、画像処理装置 1 の本体には撮影モード設定キー 1 0 4 が設

けられる。但し、撮影モード設定部 19 は、本体とは別個に設けられるハードウェア又はソフトウェア等で構成しても良い。

【0100】

そして図 5 に示されるように、ステップ S 1 においてあおり補正モードを選択するか否か判断され、あおり補正モードが選択されず通常モードが選択されると、ステップ S 10 へ進みユーザにより所望の被写体のスナップ写真が撮影される。

【0101】

一方、ステップ S 1 においてあおり補正モードが選択されると、ステップ S 2 へ進む。そして、ユーザは撮像部 11 により被写体面 P L を少なくとも二枚撮影し、画像処理装置 6 には被写体像が取り込まれる。なお、このとき互いに被写体像の一部が重なり合うように各々の画像が撮影される必要がある。

【0102】

次に、ステップ S 3 において被写体像の入力が終了したか否かが判断され、終了していない場合にはステップ S 2 へ戻り、さらに被写体像の入力が継続される。一方、ユーザによる撮影終了の指示により被写体像の入力を終了した場合には、ステップ S 4 へ進む。なお、上記指示は撮影モード設定キー 104 をもう一度押して通常モードに切り替えることによりなされる他、撮影終了を指示するためのスイッチを別途設けてもよい。

【0103】

そして、上記のように被写体の撮影が終了すると、ステップ S 4 以下において、複数枚の画像を貼り合せた合成画像を生成する動作に入る。まずステップ S 4 において、どの画像を基準に合成画像を生成するかを選択する。なお、このとき選択された画像が上記基準画像であり、以下においては例として図 18 に示される画像 *img* が基準画像として選択された場合について説明する。また、この基準画像の設定は基準画像設定部 20 においてなされるが、基準画像設定部 20 の構成及び動作は上記実施の形態 1 における場合と同様である。

【0104】

次に、ステップ S 5 において、図 18 (a) に示された隣接する方向から撮影

された画像対、すなわち画像 n と画像 $(n+1)$ ($1 \leq n \leq k-1$) との間において特徴点と、該特徴点と同一の箇所を示す対応点を検出する。この特徴点と対応点の検出は、対応検出部 2 1 により行われる。ここで、対応検出部 2 1 の構成及び動作は上記実施の形態 1 における場合と同様である。

【0105】

そして、特徴点と対応点の検出が終了すると、得られた両点の関係を基に、基準画像に整合するよう座標変換した上で画像が貼り合わされる。ここで、座標変換として射影変換を用いるとき、ステップ S 6 において射影変換行列を計算すると共に、ステップ S 7 において上記貼り合わせにより合成画像が生成される。このような射影変換行列の算出及び合成画像の生成は、画像合成部 2 4 により実行される。以下において、この画像合成部 2 4 の構成及び動作について詳しく説明する。

【0106】

図 2 1 は、図 1 9 に示された画像合成部 2 4 の構成を示す図である。図 2 1 に示されるように、画像合成部 2 4 は射影変換算出部 2 3 1 と座標変換部 2 3 2 とを含む。ここで、射影変換算出部 2 3 1 は基準画像設定部 2 0 と対応検出部 2 1 とに接続され、座標変換部 2 3 2 は基準画像設定部 2 0 とフレームメモリ 1 5 及び射影変換算出部 2 3 1 に接続される。

【0107】

そして、射影変換算出部 2 3 1 は 4 つ以上の特徴点と対応点の組を用いて、式 (3) で示した射影変換行列 B を算出する。その算出手順は上記実施の形態 1 における場合と同様であり、式 (5) の最小自乗計算を行えばよい。ここで、本実施の形態においては、 $(k-1)$ 個の画像対間における射影変換行列を計算し、さらに各々の画像から基準画像への射影変換行列を求める必要がある。

【0108】

より具体的には、図 1 8 に示されるように画像 $i m n$ ($n=1 \sim k-1$) から画像 $i m (n+1)$ への射影変換行列を B_n 、また画像 $i m n$ から画像 $i m j$ への射影変換行列を

【0109】

【数 2 5】

$B_{n \rightarrow j}$

とおくと、この射影変換行列は次式に基づいて計算できる。

【0 1 1 0】

【数 2 6】

$$B_{n \rightarrow j} = \begin{cases} \prod_{l=n}^{j-1} B_l & (n < j) \\ \left(\prod_{l=j}^{n-1} B_l \right)^{-1} & (n > j) \end{cases} \quad (26)$$

ここで、座標変換部 2 3 2 は、射影変換算出部 2 3 1 により算出された式 (2 6) により示される射影変換行列を基に、画像 n を基準とされる画像 i m j に貼り合わされる。具体的には、まず基準画像における座標変換後の座標 (X, Y) に対応する、画像 n における座標変換前の座標 (x, y) を次式に基づき計算する。

【0 1 1 1】

【数 2 7】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = s B_{n \rightarrow i}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (27)$$

但し s は、式 (27) における左辺の列ベクトルの第三成分を 1 とするための定数である。次に、座標変換前の座標 (x, y) 近傍における画素値を基に、座標 (X, Y) の画素値を補間演算により決定する。そして、この補間演算は双一次補間法や B スプライン補間法などの既存の方法を用いて行えばよい。

【0 1 1 2】

以上のように、本実施の形態に係る画像処理装置 6 によれば、互いに一部が重なり合うように被写体面 PL を 2 枚以上撮影し、選択した基準画像に対して他の画像を貼り合わせるにより、被写体面 PL の広い領域に渡る合成画像が生成される。この場合基準画像設定部 20 により、被写体に対してほぼ正対する方向から撮影された画像、すなわちあおり歪みの小さい画像を基準画像として選ぶことができるため、結果的にあおり歪みの小さい全体的な被写体像を、上記合成画像として得ることができる。

【実施の形態 3】

上記実施の形態 1 及び 2 に係る画像処理装置においては、先に被写体像が 2 枚以上入力又は撮影された後に、歪み補正の対象とされ又は合成画像の基準とされる基準画像が選択される。これに対し、本実施の形態 3 に係る画像処理装置は、被写体を撮影する前に予め上記基準画像が設定される。

【0 1 1 3】

図 22 は、本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置 8 の構成を示す図である。図 22 に示されるように、本実施の形態に係る画像処理装置 8 は、図 3 に示さ

れた実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様な構成を有するが、通知部 2 6 をさらに備える点で相違するものである。ここで、通知部 2 6 は主制御部 1 4 と基準画像設定部 2 0 に接続される。

【0 1 1 4】

なお、該画像処理装置 8 に含まれたシャッター 1 1 3 及びインタフェース 1 6 は主制御部 1 4 に接続され、ファインダ 2 4 1 はインタフェース 1 6 に接続される。

【0 1 1 5】

次に、本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置 8 の動作を、図 2 3 のフローチャートを参照しつつ説明する。まず、ステップ S 1 においてあおり補正モードを選択するか否か判断され、あおり補正モードが選択されず通常モードが選択されると、ステップ S 1 0 へ進みユーザにより所望の被写体のスナップ写真が撮影される。

【0 1 1 6】

一方、ステップ S 1 においてあおり補正モードが選択されると、ステップ S 2 へ進む。そしてステップ S 2 においては、あおり歪みの補正対象とする画像、すなわち基準画像が基準画像設定部 2 0 に設定される。ここで基準画像設定部 2 0 は、図 2 4 に示されるように、カーソルキー 2 0 4 と決定キー 2 0 3 とを含む。

そして、表示部 1 7 には「基準画像設定」という文字がオーバーレイ表示されると共に、ユーザにこれから撮影する枚数と、該撮影において何枚目に撮る画像を基準画像とするのかを指定する基準画像指定値とを設定するよう指示される。ここで、例えばユーザはカーソルキー 2 0 4 の上又は下方向スクロールキーを操作することにより撮影枚数と基準画像の設定間を切り替え、かつ左又は右方向スクロールキーを操作することにより枠内の設定値を増減させることによって、所望の撮影枚数と基準画像指定値とを設定することができる。なお、決定キー 2 0 3 が押されることにより上記基準画像の設定が完了される。

【0 1 1 7】

次に、ステップ S 3 においてユーザは少なくとも 2 枚以上の被写体像の撮影を開始する。なおこのとき、互いに一部が重なり合うように各画像が撮影される必

要がある。そして、画像を撮影する度にシャッター 1 1 3 から主制御部 1 4 へ撮影信号が供給されることによって、主制御部 1 4 に内蔵されたカウンタがインクリメントされ、該カウンタから次の撮影が何枚目であることを示す枚数特定信号が通知部 2 6 へ供給される。ここで、基準画像設定部 2 0 より上記基準画像指定値を示す信号が通知部 2 6 に内蔵されたレジスタに供給され、該レジスタに基準画像指定値が格納されているため、ステップ S 4 において通知部 2 6 は常に該レジスタに格納された上記基準画像指定値と上記枚数特定信号が示す値とを比較し、今度撮影する画像が基準画像とされるものであるか否かを判断する。

【 0 1 1 8 】

そして、上記比較において両者の値が一致し、これから撮影しようとする画像が基準画像とされるものである場合には、ステップ S 5 へ進み、通知部 2 6 はユーザに基準画像の撮影であることを通知する。すなわち、このとき通知部 2 6 からは主制御部 1 4 を介してインタフェース 1 6 へ通知信号が供給され、図 2 5 に示されるように、該通知信号に応じてインタフェース 1 6 によりファインダ 2 4 1 内の被写体像 3 5 横のインジケータ 2 4 2 が点灯される。従って、撮影時にユーザにより容易に基準画像の撮影であるか否かが認識される。なお上記における通知は、表示部 1 7 へ所定のテキストやシンボルを表示すること等によって行っても良い。

【 0 1 1 9 】

次にステップ S 6 へ進むが、ステップ S 4 において次に撮影する画像が基準画像とされないと判断された場合には、直接ステップ S 6 へ進む。そして、このステップ S 6 においては、被写体の撮影（被写体画像の入力）が終了したか否かが判断され、終了しないと判断された場合にはステップ S 3 へ戻る。一方、終了すると判断された場合にはステップ S 7 へ進む。ここで、撮影の終了はユーザの指示に応じて判断され、該指示は撮影モード設定部 1 9 における設定が通常モードに切り替えられ、又は撮影終了のために設けられたスイッチが押されること等によりなされるものとしてすることができる。

【 0 1 2 0 】

次に、ステップ S 7 では基準画像の中において特徴点が検出され、該基準画像

の少なくとも一部において重複する画像の中においては上記特徴点と同一箇所を示す対応点が検出される。このような特徴点と対応点の検出は、図 2 2 に示された対応検出部 2 1 により行われる。なお、該対応検出部 2 1 の構成及び動作は、上記実施の形態 1 の場合と同様である。

【 0 1 2 1 】

そして、ステップ S 8 において基準画像のあおり歪みを補正するためのパラメータを算出すると共に、ステップ S 9 において上記パラメータを基にあおり歪みを補正した画像を生成して動作を終了する。なお、該パラメータの算出及びあおり歪みを補正した画像の生成は画像歪み補正部 2 2 により行われるが、この画像歪み補正部 2 2 の構成及び動作は上記実施の形態 1 の場合と同様である。

【 0 1 2 2 】

以上のように、本実施の形態 3 に係る画像処理装置 8 によれば、撮影前に基準画像指定値を設定することにより、ユーザによる画像撮影において、次に撮影する画像が基準画像とされるものであるか否かが通知部 2 6 によってユーザに通知されるため、ユーザは基準画像の撮影を容易に認識することができる。そしてユーザは、基準画像の撮影時には被写体の所望の領域が撮影範囲に入るよう特に注意を払うことができる。またさらに、基準画像の撮影ミスを減少させることができる。

【 0 1 2 3 】

なお、通知部 2 6 により基準画像指定値の設定に応じてユーザへ基準画像の撮影を通知する技術は、上記実施の形態 2 に係る画像処理装置 6 にも適用可能であることはいうまでもない。

〔実施の形態 4〕

上記実施の形態に係る画像処理装置は、撮像部に含まれた単一の光学系を移動させることにより、被写体を異なる方向から少なくとも 2 度撮影する必要があったが、本実施の形態に係る画像処理装置では撮像部 4 1 に 2 以上の光学系が並設され、一度の撮影で異なる方向から撮影された被写体像が複数枚得られるようにされる。

【 0 1 2 4 】

図 2 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置 4 0 の構成を示す図である。図 2 6 に示されるように、本実施の形態 4 に係る画像処理装置 4 0 は、図 3 に示された実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様な構成を有するが、撮像部 4 1 には 2 つの光学系 1 1 A、1 1 B を含む点で相違するものである。

【0 1 2 5】

以下において、本実施の形態に係る画像処理装置の動作を図 2 7 のフローチャートを参照しつつ説明する。まず最初に、画像処理装置 4 0 を起動し、撮影モードの選択を行う。ここで、上記撮影モードは通常のスナップ写真を撮影する通常モードと、撮影した画像のあおり歪みを補正した画像を生成するあおり補正モードよりなる。そして、この撮影モードの選択は、ユーザが撮影モード設定キーを操作することによりなされる。なお撮影モード設定部 1 9 として、画像処理装置 4 0 の本体には撮影モード設定キー 1 0 4 が設けられる。但し、撮影モード設定部 1 9 は、本体とは別個に設けられるハードウェア又はソフトウェア等で構成しても良い。

【0 1 2 6】

そして図 2 7 に示されるように、ステップ S 1 においてあおり補正モードを選択するか否か判断され、あおり補正モードが選択されず通常モードが選択されると、ステップ S 1 0 へ進みユーザにより所望の被写体のスナップ写真が撮影される。

【0 1 2 7】

一方、ステップ S 1 においてあおり補正モードが選択されるとステップ S 2 へ進み、基準画像設定部 2 0 に対してあおり歪みを補正する対象としての基準画像が設定される。ここで基準画像設定部 2 0 には、図 2 8 に示されるように、上方向スクロールキー 2 0 1 及び下方向スクロールキー 2 0 2 と決定キー 2 0 3 とが含まれる。また、表示部 1 7 には「基準画像設定」という文字がオーバーレイ表示されると共に、いずれの光学系 1 1 A、1 1 B で撮影された画像を上記基準画像とするかという選択がユーザに求められる。

【0 1 2 8】

すると、ユーザは上方向スクロールキー 2 0 1 又は下方向スクロールキー 2 0

2 を操作することにより、例えば三角形で示されるポインタを表示部 1 7 上で動かし、光学系 1 1 A を選択する「カメラ 1」という表示、あるいは光学系 1 1 B を選択する「カメラ 2」という表示のいずれかを指定する。そして、上記ポインタがいずれかの光学系を指定した状態で決定キー 2 0 3 を押すと、該指定した光学系により撮影された画像が上記基準画像とされる。ここで、上記基準画像の設定情報は基準画像設定部 2 0 から主制御部 1 4 へ供給される。

【 0 1 2 9 】

次に、ステップ S 3 においてユーザは被写体の撮影を行う。このとき表示部 1 7 には、主制御部 1 4 による制御により、ステップ S 2 で選択された光学系で撮影された画像のみを表示することとすれば、あおり歪みを補正しようとする画像が被写体の所望の範囲を含んでいるか否かがユーザにより容易に確認される。

【 0 1 3 0 】

そしてステップ S 4 においては、基準画像内で特徴点が検出されると共に、基準画像と重複した領域を有する画像内で該特徴点と同一の箇所を示す対応点が検出される。なお、この特徴点及び対応点の検出は、対応検出部 2 1 により実行されるが、この対応検出部 2 1 の構成及び動作は上記実施の形態 1 の場合と同様である。

【 0 1 3 1 】

次に、ステップ S 5 において基準画像のあおり歪みを補正するためのパラメータを算出すると共に、ステップ S 6 において該パラメータを基にあおり歪みを補正した画像を生成し、動作を終了する。ここで、上記パラメータの算出及びあおり歪みを補正した画像の生成は画像歪み補正部 2 2 により実行されるが、この画像歪み補正部 2 2 の構成及び動作は上記実施の形態 1 の場合と同様である。

【 0 1 3 2 】

以上のように、本実施の形態 4 に係る画像処理装置 4 0 によれば、撮像部 4 1 は光学系を少なくとも 2 つ備えるため、ユーザは 1 回の撮影動作により上記実施の形態に係る画像処理装置により得られる補正画像を得ることができる。また、選択した光学系において撮影された画像のみを表示部 1 7 に表示するようにすれば、あおり歪みを補正しようとする画像が被写体の所望の範囲を含んでいるか否

かがユーザにより容易に確認できるので、ユーザは基準画像の撮影に一層注意を払うことができ、撮影ミスの可能性を減少させることができる。

【0133】

また、図26に示された撮像部41には光学系が3つ以上含まれてもよく、このような複数の光学系を含む撮像部は、上記実施の形態2に係る画像処理装置6に備えられてもよいことはいうまでもない。

【0134】

なお、上記全ての実施の形態に係る画像処理装置においては、被写体を撮像部により撮影する代わりに、ハードディスク等の記憶装置やCD-ROM等の記憶媒体に格納された2枚以上の被写体像を外部記憶部18等に取り込み、これらの被写体像を用いて補正画像を生成してもよい。また、撮影モード設定部19や基準画像設定部20、対応検出部21、画像歪み補正部22及び画像合成部24等が撮像部11、41とは別の筐体、例えば計算機等に収められているものも上記実施の形態と同様に考えられる。

【0135】

また、対応検出部21では、相関法による濃度マッチングにより対応点が検出されると説明したが、時空間微分法など別の手法で行っても良い。さらに、あおり歪みパラメータの算出においては、上記のような式(20)に示された座標変換に限られず、他のパラメータ算出方法を適用してもよい。

〔実施の形態5〕

上記実施の形態においては、画像処理の対象とする基準画像に対して座標変換パラメータを算出し、補間演算を用いて歪み補正画像が生成されたが、該基準画像は豊富な書画情報を含み、かつ補間演算による画像の劣化が少ない画像、すなわち比較的被写体に正対した状態で撮影された画像であることが好ましい。そこで、以下においては、最適な基準画像を自動的に選択する画像処理方法と、該方法を実行する画像処理装置について説明する。

【0136】

図29は、本発明の実施の形態5に係る画像処理装置における第一の構成例を示す図である。図29に示されるように、本実施の形態5に係る画像処理装置5

0 は、図 3 に示された実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様な構成を有するが、基準画像設定部 2 0 の代わりに被写体領域判定部 2 5 と基準画像自動選択部 2 7 とを備える点で相違するものである。

【0 1 3 7】

ここで、被写体領域判定部 2 5 及び基準画像自動選択部 2 7 は、それぞれ主制御部 1 4 に接続され、被写体領域判定部 2 5 の出力端は基準画像自動選択部 2 7 に接続される。また、基準画像自動選択部 2 7 の出力端は、画像歪み補正部 2 2 に接続される。

【0 1 3 8】

なお、本実施の形態 5 に係る画像処理装置 5 0 においても、図 4 に示されるように、上記実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様な構成とすることができる。

【0 1 3 9】

以下において、本実施の形態 5 に係る画像処理装置 5 0 の動作を、図 3 0 に示されたフローチャートを参照しつつ説明する。ここで、本実施の形態 5 に係る画像処理装置 5 0 は、上記実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様に動作するため、以下においては相違点を中心に詳しく説明する。

【0 1 4 0】

まずステップ S 1 において、ユーザにより、あおり補正モードを選択するか否か判断され、あおり補正モードが選択されず通常モードが選択される場合にはステップ S 1 0 へ進み、該ユーザにより所望のスナップ写真が撮影される。

【0 1 4 1】

一方、ステップ S 1 においてユーザによりあおり補正モードが選択されるときには、ステップ S 2 へ進む。そして、ステップ S 2 においては、撮像部 1 1 により少なくとも二回撮影された被写体像がフレームメモリ 1 5 へ取り込まれる。なおこのとき、互いに該被写体像の一部が重なり合うように、各々の画像が撮影される必要がある。

【0 1 4 2】

次に、ステップ S 3 において被写体像の入力が終了したか否かが判断され、終

了していない場合にはステップS2へ戻り、さらに被写体像の入力が継続される。一方、ユーザによる撮影終了の指示により被写体像の入力を終了した場合には、ステップS4へ進む。

【0143】

そして、ステップS4では、対応検出部21により被写体像の中において特徴点が検出され、該被写体像の少なくとも一部において重複する参照画像の中においては、上記特徴点と同一箇所を示す対応点が検出される。次に、特徴点と対応点の検出が終了すると、以下においてあおり歪みを補正する動作に入る。そしてまず、ステップS5において、基準画像自動選択部27はあおり歪み補正の対象とする基準画像を自動選択する。以下において、基準画像自動選択部27について詳しく説明する。

【0144】

なお、上記実施の形態1に係る画像処理装置1と同様に、ステップS6においては、ステップS5において選択された基準画像に対してあおり歪みを補正するためのパラメータを計算し、ステップS7において該パラメータを基に画像のあおり歪みを補正した画像を作成し、動作を終了する。

【0145】

あおり歪みを補正する場合、上記基準画像としては、撮影された複数の画像の中で被写体面が最も広い領域に渡って写っており、ユーザの必要とする書画情報量が豊富である画像が選択されると好適である。また、撮影時における撮像面の被写体面に対してなす角（以下において、「あおり角」とも呼ぶ）ができるだけ小さい画像が選択されると好適である。その理由について、図31を参照しつつ説明する。

【0146】

図29に示された画像歪み補正部22は、上記のように式(25)による座標変換を実行することによってあおり歪み補正を行うが、あおり角 ϕ に応じて該補正動作が変化する。ここでは、説明を簡単なものにするためあおり角 ϕ がy軸周りに限られ、かつ被写体面に平行な被投影面31の大きさが撮像面32の大きさに等しいと仮定する。

【0147】

図31(a)に示されるように、あおり角 ϕ が比較的小さい場合における該座標変換においては、撮像面32の左端近傍の点は、原点 o に向かうベクトルで示される変分により被投影面31へ投影される。なお、このような座標変換によって被投影面31内における斜線部において、被写体像の解像度が低下する。

【0148】

一方、図31(b)に示されるように、該座標変換においてあおり角 ϕ が比較的大きい場合には、撮像面32の左端近傍の点は、図31(a)に示される変分より大きな変分を伴い、すなわち原点 o に対する位置ベクトルがより大きく縮小されるように被投影面31に投影される。そして、該座標変換により被写体像の解像度が低下する領域は、図31(a)の場合に比して大きくなることが分かる。

【0149】

従って、以上より、あおり角 ϕ が小さいほど画像歪み補正部22による座標変換に起因した解像度の劣化は少なくなることが分かる。

【0150】

また、図29に示された被写体領域判定部25は、撮影した画像において被写体が占める領域を検出するが、例えば文献『画像の処理と認識』（安居院猛・長尾智晴共著、昭晃堂）に記載されているように、(a)領域成長法や領域分割法のように画像上でクラスタリングを行う方法、(b)ヒストグラムによる領域分割など、特徴空間上でクラスタリングを行う方法、(c)輪郭線追跡などの画像中のエッジを用いる方法、(d)テクスチャ解析、などの領域分割方法が適用される。そして、被写体領域判定部25は、該判定結果に応じて被写体の広い範囲を撮影した画像を上記基準画像として選択する。その結果、基準画像として豊富な書画情報を含む画像を自動的に選択することができる。

【0151】

ここで、本発明の実施の形態5に係る画像処理装置は、図32に示されるような構成とすることもできる。すなわち、図32に示された画像処理装置51は、図29に示された画像処理装置50と同様な構成を有するが、被写体領域判定部

25の代わりに直線状パターン検出部28を備える点で相違するものである。

【0152】

一般的に、文書を初めとする被写体面においては、文字列や罫線など互いに平行な関係にある直線状パターンが多数存在する。しかし、撮影時におけるあおり角が大きい場合には、本来平行であるはずの直線状パターンが、異なる向きを持つ直線状パターンとして画像に投影される。従って、画像に投影された直線状パターンの向きのばらつきを調べることにより該あおり角の大小を判別し、あおり角の小さな画像を自動的に基準画像として選択することができる。

【0153】

ここで、図32に示された直線状パターン検出部28は、撮影された複数の画像において直線状パターンを検出する処理を行う。そして、以下に該直線状パターンの検出方法の一例を説明する。

【0154】

まず、該複数の画像において微分を取るにより、エッジ画像を作成する。次に、作成されたエッジ画像における断片的なエッジ点群を直線状セグメントに分割し、それぞれの直線状セグメントを以下の式(28)に示される直線方程式に当てはめる。

$$ax + by + c = 0 \quad (a^2 + b^2 = 1) \quad (28)$$

ここで、上記式(28)への当てはめは、直線状セグメントを構成する点群を用いて、最小自乗法を適用することによりなされる。そして、直線状セグメントに対する直線の当てはめが終了すると、直線の向きを表すパラメータである(a, b)のばらつきを求める。このようにして、上記複数の画像全てに対して(a, b)のパラメータのばらつきを求めることにより、各画像における直線の向きのばらつきを知ることができる。そして、最も直線の向きのばらつきが小さい画像を、自動的に基準画像として選択することができる。

【0155】

また、基準画像の自動選択においては、以下のような方法を適用することもできる。まず、上記複数の画像において上記と同様な方法でエッジ画像を作成する。次に、該エッジ画像内の全ての点に対してHough変換を施す。ここでHough変換

とは、断片的なエッジより直線を検出するために使用される数学的変換であり、検出したい線を表現する式のパラメータにより構成される空間で、クラスタリングする方法をいう。そして、より具体的には、画像上の点列を x 軸となす角 θ と直線の長さ ρ とにより示される $\theta - \rho$ 空間へ投影する。

【 0 1 5 6 】

図 3 3 は、図 3 3 (a) に示された画像空間から図 3 3 (b) に示される $\theta - \rho$ 空間への Hough 変換を説明する図である。図 3 3 に示されるように、Hough 変換により画像上の各点 $P_1 \sim P_3$ は、それぞれ対応する曲線 $L_1 \sim L_3$ に変換される。そして、このような変換を画像上の全点について実行すると、 $\theta - \rho$ 空間において該曲線の軌跡が集中している点 CP が生じるが、この点 CP はエッジ画像において多くのエッジ点を通る直線に相当する。ここで、この点 CP の座標を (θ, ρ) とすれば、次の式 (2 9) に対応する直線が検出されたことになる。

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (29)$$

そして、上記複数の画像すべてに対し、該曲線が集中する点 CP を多数抽出し、これらの点における θ のばらつきを求めることにより、各画像における直線の向きのばらつきを知ることができる。このようにして、最も直線の向きのばらつきが小さな画像を、自動的に基準画像として選択すれば良い。

【 0 1 5 7 】

図 3 4 は、本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置における第三の構成例を示す図である。図 3 4 に示されるように、本実施の形態 5 に係る画像処理装置は、図 2 9 に示された被写体領域判定部 2 5 や、図 3 2 に示された直線状パターン検出部 2 8 を備えることなく、基準画像自動選択部 2 7 を対応検出部 2 1 に接続することとしても良い。

【 0 1 5 8 】

上記対応検出部 2 1 により検出された特徴点と対応点の組は射影変換行列 B 、すなわちあおり歪みを補正するパラメータの計算に使用される。このとき一般的には、該パラメータは、上記特徴点と対応点の組が多数あり、かつそれらが広範囲に分散しているほど精度良く算出される。そこで、撮影された複数の画像に対して、対応検出部 2 1 により検出された特徴点と対応点の組、及びそれらの画像

における分散を調べ、それらの値が最大である画像を自動的に基準画像として選択しても良い。

【0159】

また、上記の相関法に基づく対応検出においては、一般的に画像中に特徴のあるパターンが多いほど、数多くの特徴点と対応点が検出される。そして、特徴のあるパターンが多いことは、ユーザにとって有用な書画情報が画像中に多く含まれている可能性が高いので、特徴点及び対応点が豊富な画像を基準画像として自動選択すれば、必要な書画情報を含む画像をアオリ歪み補正の対象とすることができ好適である。

【0160】

図35は、本発明の実施の形態5に係る画像処理装置における第四の構成例を示す図である。図35に示されるように、本実施の形態5に係る画像処理装置は、図29に示された被写体領域判定部25や、図32に示された直線状パターン検出部28の代わりに、平面計測部29を備えることとしても良い。

【0161】

ここで、平面計測部29は、各画像の撮影時における撮像部11に対する被写体の向きを計測する。図36は、図35に示された平面計測部29の構成例を示す図である。図36に示されるように、平面計測部29はスポット光源271と、受光素子272と、3次元座標算出部273と、平面算出部274とを備え、スポット光源271は発光ダイオードや半導体レーザ等からなる光源271aと、ポリゴンミラー等の走査ミラー271bと、走査ミラー271bの動きを制御する駆動部271cとを含む。

【0162】

ここで、上記スポット光源271においては、光源271aにより発生されたスポット光が被写体面PLに当るように、走査ミラー271bが駆動部271cにより制御される。また、受光素子272は、スポット光源271に対する位置が予め測定されている場所に設置されたPSD (Position sensitive detector) やCCD等の光電変換素子により構成され、被写体面PLからの反射光の向きを検出する。なお、撮像部11に含まれた光電変換素子114を、上記における

受光素子 2 7 2 として使用してもよい。

【 0 1 6 3 】

また、3次元座標算出部 2 7 3 は、スポット光源 2 7 1 が照射したスポット光の向きと、スポット光源 2 7 1 と受光素子 2 7 2 との位置関係、及び受光素子 2 7 2 が検出した反射光の向きに応じて、三角測量の原理を用いることにより画像処理装置 5 3 を基準とした被写体面 P L の 3 次元座標 (X, Y, Z) を算出する。そして、平面算出部 2 7 4 は、3次元座標算出部 2 7 3 により算出された同一直線上にない 3 点以上の 3 次元座標を用いて、平面方程式を推定する。例えば、求める平面方程式を、

$$aX + bY + cZ + d = 0 \quad (a^2 + b^2 + c^2 = 1, c > 0) \quad (30)$$

とおき、3点以上の 3 次元座標を用いて、上記平面方程式における 4 つのパラメータ (a, b, c, d) を最小自乗法により計算する。その結果、上記とおり角 ϕ は次式 (31) により計算される。

$$\phi = \cos^{-1} c \quad (31)$$

従って、撮影された複数の画像全てに対して被写体面の向きを計測し、そのとおり角 ϕ が最小である画像を自動的に基準画像として選択すればよい。

【 0 1 6 4 】

その他、画像歪み補正部 2 2 の説明において記したように、対応検出部 2 1 により検出された特徴点と対応点との組を用いることによっても、該被写体の向きを求めることができる。従って、本実施の形態 5 に係る画像処理装置は、いったん画像歪み補正部 2 2 において式 (14) ないし式 (18) を実行して被写体の向きを求め、得られた結果を基準画像自動選択部 2 7 へ出力するという構成とすることもできる。

〔実施の形態 6〕

以下においては、図 1 8 に示されるように、同一の被写体面 P L における静止画像が、画像の一部においてそれぞれ重複するように複数の方向から撮影された場合を前提とした実施の形態を説明する。なお、ここでは図 1 8 に示されるように、方向 d_j から撮影することにより画像 im_j ($1 \leq j \leq K$) が得られ、例えば画像 im_1 と画像 im_2 のように隣り合う方向において撮影することにより得

られた画像 imj と画像 $im(j+1)$ ($1 \leq j \leq K-1$) との間ではそれぞれ重複領域があるものとする。そして、本実施の形態 6 に係る画像処理装置においては、基準画像として選択されたいずれか一つの画像に整合するように、他の画像が貼り合わされ合成画像が生成される。

【0165】

図 37 は、本発明の実施の形態 6 に係る画像処理装置 60 の構成を示す図である。図 37 に示されるように、本実施の形態 6 に係る画像処理装置 60 は、図 19 に示された実施の形態 2 に係る画像処理装置 6 と同様な構成を有するが、基準画像設定部 20 の代わりに基準画像自動選択部 27 を備える点で相違するものである。

【0166】

上記のような構成を有する本実施の形態 6 に係る画像処理装置 60 は、実施の形態 2 に係る画像処理装置 6 と同様に動作するが、以下において、本実施の形態 6 に係る画像処理装置 60 の動作を、図 38 に示されたフローチャートを参照しつつ相違点を中心に説明する。

【0167】

まずステップ S1 において、ユーザにより、画像合成モードを選択するか否か判断され、画像合成モードが選択されず通常モードが選択される場合にはステップ S10 へ進み、該ユーザにより所望のスナップ写真が撮影される。

【0168】

一方、ステップ S1 においてユーザにより画像合成モードが選択されるときには、ステップ S2 へ進む。そして、ステップ S2 においては、撮像部 11 により撮影された複数の被写体像がフレームメモリ 15 へ取り込まれる。なおこのとき、互いに該被写体像の一部が重なり合うように、各々の画像が撮影される必要がある。

【0169】

次に、ステップ S3 において被写体像の入力が終了したか否かが判断され、終了していない場合にはステップ S2 へ戻り、さらに被写体像の入力が継続される。一方、ユーザによる撮影終了の指示により被写体像の入力を終了した場合には

、ステップ S 4 へ進む。

【0 1 7 0】

そして、ステップ S 4 では、対応検出部 2 1 により画像 $i m j$ と画像 $i m (j + 1)$ との間において特徴点が発見され、該画像 $i m j$ の少なくとも一部において重複する画像 $i m (j + 1)$ の中においては、上記特徴点と同一箇所を示す対応点が発見される。

【0 1 7 1】

次に、該特徴点と該対応点の発見が終了すると、以下において複数枚の画像を貼り合せた合成画像を生成する動作に入る。そしてまずステップ S 5 において、基準画像自動選択部 2 7 は、該合成において基準とする基準画像を自動的に選択する。ここで、基準画像自動選択部 2 7 は、上記あおり角ができるだけ小さい画像を自動的に基準画像として選択する。そして、このような選択を行うことにより、あおり歪みの小さな合成画像を得ることができる。

【0 1 7 2】

そして、ステップ S 6 においては、ステップ S 5 において選択された基準画像を基準とした合成を行うための射影変換行列を算出し、ステップ S 7 において該射影変換行列を用いて合成画像を生成し、動作を終了する。

〔実施の形態 7〕

図 3 9 は、本発明の実施の形態 7 に係る画像処理装置の構成を示す図である。図 3 9 に示されるように、本実施の形態 7 に係る画像処理装置 7 0 は、図 3 に示された実施の形態 1 に係る画像処理装置 1 と同様な構成を有するが、基準画像自動選択部 2 7 と、切り替え部 4 5 とをさらに備える点で相違するものである。

【0 1 7 3】

ここで、基準画像自動選択部 2 7 は主制御部 1 4 により制御される。また、切り替え部 4 5 はその入力端が基準画像設定部 2 0 及び基準画像自動選択部 2 7 に接続されると共に、出力端が画像歪み補正部 2 2 に接続される。

【0 1 7 4】

また、切り替え部 4 5 は、基準画像の選択方法を切り替えるものであり、図 4 0 に示されるように、上方向スクロールキー 2 0 1 と下方向スクロールキー 2 0

2、及び決定キー203とを含む。ここで、表示部17に表示されるメニューキー（図示していない）をユーザが選択的に押すことにより、図40に示されるような「基準画像の選択」という文字がオーバーレイ表示された画面が表示部17に表示される。

【0175】

そして、上方向スクロールキー201又は下方向スクロールキー202が該ユーザにより操作されることにより、図40に示された三角形のカーソルが上下移動する。このとき、該カーソルが「AUTO」の文字を指している状態において決定キー203が押されると基準画像を自動的に選択することが決定され、図39に示された基準画像自動選択部27が選択的に活性化される。一方、該カーソルが「MANUAL」の文字を指している状態において決定キー203が押されると基準画像を手動により設定することが決定され、図39に示された基準画像設定部20が選択的に活性化される。

【0176】

従って、本実施の形態7に係る画像処理装置によれば、切り替え部45による切り替えにより、基準画像設定部20又は基準画像自動選択部27のいずれか一方を選択的に画像歪み補正部22に接続することができるため、ユーザは基準画像の選択方法として自動又は手動のいずれかを任意に選択することができる。

【0177】

なお、上述したいずれの実施の形態においても、該実施の形態に係る画像処理方法をコンピュータプログラムとして記述することができる。そして、図41に示されるように、該プログラムを格納した記録媒体301を画像処理装置1に装着し、画像処理装置1に該プログラムを実行させることにより、上記画像処理を容易に実現することができる。

【0178】

また、図42に示されるように、該プログラムを格納したCD-ROM302をパーソナルコンピュータ（パソコン）PCに装着し、該プログラムをパソコンPCで実行することによっても、上記画像処理を実現することができる。なお、パソコンPCへ装着され該プログラムを格納する記録媒体としては、上記CD-

ROM 3 0 2 に限られず、例えば DVD-ROM 等であってもよいことはいうまでもない。

【 0 1 7 9 】

以下において、上記画像処理方法を該プログラムの実行により実現する場合の具体例を説明する。この場合には、画像処理装置 1 及びパソコン PC は、内蔵されたメモリやハードディスクなどの記憶装置及び CD-ROM 等の記録媒体に格納された 2 枚以上の被写体像を、計算機に搭載された各種インタフェースを介して上記信号処理部 1 2 へ取り込む。

【 0 1 8 0 】

また、上記における撮影モードの設定は、パソコン PC のキーボードにおける所定のキーを押し、又は画面上に表示されたアイコンをマウスクリックすることにより遂行される。一方、基準画像を手動により選択する場合には、入力された複数の画像を画面上に間引きして表示し、計算機に使用されるキーボードの上下カーソルキーを押すか、あるいはマウスによりアイコンをクリックすること等により、上記間引きされた画像が選択される。そして、所望の画像が選択された状態で改行キーが押されると、該画像が基準画像として設定される。

【 0 1 8 1 】

また、撮像部 1 1 を構成する光学系の焦点距離 f については、予め該光学系の焦点距離を測定しておき、該記録媒体の内部に記録しておく。そして、ユーザは画面上において、実際の撮影の際に使用した光学系の焦点距離を選択する。ここで、該焦点距離はヘッダ情報として記録しておくこともできる。すなわち、例えば画像データとして Exif フォーマットを使用する場合、そのヘッダ情報として撮影時の焦点距離を記録することができる。そして、本実施の形態に係る画像処理装置はこのヘッダ情報を読み取ることにより、該焦点距離を得ることができる。なお、上記のような方法が取れない場合には、ダイアログボックス等をパソコン PC などの画面に表示して、該ダイアログボックス内においてユーザに直接焦点距離を手入力させるとよい。

【 0 1 8 2 】

また、上記における被写体の向きについても、上記焦点距離と同様に扱うこと

ができる。すなわち、平面計測部 2 9 又は画像歪み補正部 2 2 により計測された被写体の向きを、予め画像データファイル内のヘッダ情報として記録しておき、本実施の形態に係る画像処理装置は該ヘッダ情報を読み込むことにより該被写体の向きを得ることとしても良い。

【0183】

このとき、例えば画像データとしてExifフォーマットを使用する場合には、被写体の向きを記録するためのフィールドは存在しないが、Maker Noteと呼ばれる製造者が自由に利用できるフィールドに被写体の向きを記録することができる。

【0184】

また、上記のような方法を取ることが出来ない場合には、焦点距離の場合と同様に、ダイアログボックス等をパソコンPC等の画面上に表示して、ユーザに直接被写体の向きを入力させるようにすると良い。

【0185】

なお、上記本発明の実施の形態は、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラを利用した紙面情報入力、分割画像の貼り合わせ合成等の画像処理に適用でき、また非接触ハンディスキャナやその他の画像機器にも応用できる。

【発明の効果】

上述の如く、本発明によれば、被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理方法において、複数の画像の中から歪みを補正する対象を選択することにより、適正な画像を得るために最適な画像を補正対象とすることができるため、より精度のよい該補正を実現することができる。

【0186】

また、複数の画像の中から歪みが最も少ない画像を選択して、歪みを補正した画像を該選択された画像と合成すれば、より適正な合成画像を得ることができる。

【0187】

ここで、画像内において被写体が占める領域の広さに応じて補正の対象を自動的に選択すれば、必要とされる書画情報量が最も豊富な画像の歪みを自動的に補

正することができるため、確実に適正な画像を得ることができる。

【0188】

また、画像内において検出される直線状パターンの向きに応じて補正の対象を自動的に選択すれば、被写体にほぼ正対した位置から撮影された画像を自動的に補正対象とすることができるため、解像度が高い適正な画像を得ることができる。

【0189】

また、特定された対応関係に応じて補正の対象を自動的に選択すれば、精度の高い補正を確実に実行することができるため、画像処理の信頼性を高めることができる。

【0190】

また、撮影毎に検出された被写体の向きに応じて補正の対象を自動的に選択すれば、被写体に対してほぼ正対した位置から撮影された画像を自動的に補正対象とすることができるため、解像度が高い適正な画像を得ることができる。

【0191】

また、次に撮影する画像が歪みを補正する際の基準とされる画像となることをユーザへ通知する通知手段を備えた画像処理装置によれば、歪みを補正する際に基準とされる画像の撮影においてユーザへ注意が喚起されるため、ユーザの不注意などによる撮影ミスが回避され、動作の信頼性及び補正画像の品質を高めることができる。

【0192】

また、被写体を同時に撮影する複数の光学手段と、複数の光学手段で撮影される画像のうち補正の対象とする画像を選択する選択手段とを備えた画像処理装置によれば、一度の撮影により複数の方向から撮影された複数の被写体像を得ることができるため、歪みを補正するために必要とされる撮影回数を減少させることによって操作が簡便にされると共に、より簡易に歪み補正がされた画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の技術における問題点を説明するための図である。

【図 2】

本発明の実施の形態 1 に係る画像処理方法及び画像処理装置を説明するための図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 1 に係る画像処理装置の構成を示す図である。

【図 4】

図 3 に示された画像処理装置を示す斜視図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 1 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 6】

図 3 に示された表示部における撮影時の表示例を示す図である。

【図 7】

図 3 に示された基準画像設定部のレイアウトを示す図である。

【図 8】

本発明の実施の形態 1 に係る画像処理装置の他の例を示す図である。

【図 9】

図 3 に示された対応検出部の構成を示す図である。

【図 10】

図 9 に示された相関演算部の動作を説明する図である。

【図 11】

図 3 に示された画像歪み補正部の構成を示す図である。

【図 12】

図 3 に示された画像歪み補正部の動作を説明する第一の図である。

【図 13】

図 3 に示された撮像部の光学系を説明する図である。

【図 14】

図 11 に示された 3 次元演算部による射影変換を説明する図である。

【図 1 5】

図 3 に示された画像歪み補正部の動作を説明する第二の図である。

【図 1 6】

図 1 1 に示されたパラメータ算出部の動作を説明する第一の図である。

【図 1 7】

図 1 1 に示されたパラメータ算出部の動作を説明する第二の図である。

【図 1 8】

本発明の実施の形態 2 に係る画像処理方法及び画像処理装置を説明するための図である。

【図 1 9】

本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置の構成を示す図である。

【図 2 0】

本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 1】

図 1 9 に示された画像合成部の構成を示す図である。

【図 2 2】

本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の構成を示す図である。

【図 2 3】

本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 4】

図 2 2 に示された基準画像設定部に対する基準画像の設定を説明する図である。

【図 2 5】

図 2 2 に示された通知部の動作を説明する図である。

【図 2 6】

本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置の構成を示す図である。

【図 2 7】

本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 8】

図 2 6 に示された基準画像設定部に対する基準画像の設定を説明する図である。

【図 2 9】

本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置における第一の構成例を示す図である。

【図 3 0】

本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 3 1】

解像度劣化におけるあおり角依存性を説明する図である。

【図 3 2】

本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置における第二の構成例を示す図である。

【図 3 3】

本発明の実施の形態 5 に係る画像処理方法において用いられる Hough 変換を説明する図である。

【図 3 4】

本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置における第三の構成例を示す図である。

【図 3 5】

本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置における第四の構成例を示す図である。

【図 3 6】

図 3 5 に示された平面計測部の構成を示す図である。

【図 3 7】

本発明の実施の形態 6 に係る画像処理装置の構成を示す図である。

【図 3 8】

本発明の実施の形態 6 に係る画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 3 9】

本発明の実施の形態 7 に係る画像処理装置の構成を示す図である。

【図 4 0】

図 3 9 に示された切り替え部の動作を説明する図である。

【図 4 1】

本発明の実施の形態に係る画像処理装置と記録媒体を示す図である。

【図 4 2】

本発明の実施の形態に係るコンピュータとコンピュータ読み取り可能な記録媒体を示す図である。

【符号の説明】

- 1, 2, 6, 8, 40, 50～53, 60, 70 画像処理装置
- 3, 4, 10, IM1～IM3, im1, im2, imj, imk 画像
- 5 歪み補正画像
- 7 基準画像
- 9 参照画像
- 11, 41 撮像部
- 11A, 11B 光学系
- 12 信号処理部
- 13 メモリ制御部
- 14 主制御部
- 15 フレームメモリ
- 16 インタフェース (I/F)
- 17 表示部
- 18 外部記憶部
- 19 撮影モード設定部
- 20 基準画像設定部

- 2 1 対応検出部
- 2 2 画像歪み補正部
- 2 3 被写体領域決定部
- 2 4 画像合成部
- 2 5 被写体領域判定部
- 2 6 通知部
- 2 7 基準画像自動選択部
- 2 8 直線状パターン検出部
- 2 9 平面計測部
- 3 0 画像面
- 3 1 被投影面
- 3 2 撮像面
- 3 3 装置座標系
- 3 5 被写体像
- 4 5 切り替え部
- 1 0 1 電源スイッチ
- 1 0 2 シャッター
- 1 0 3 ファインダ
- 1 0 4 撮影モード設定キー
- 1 1 1 レンズ
- 1 1 2 絞り
- 1 1 3 シャッター
- 1 1 4 光電変換素子
- 1 1 5 前処理部
- 2 0 1 上方向スクロールキー
- 2 0 2 下方向スクロールキー
- 2 0 3 決定キー
- 2 0 4 カーソルキー
- 2 1 1 特徴点設定部

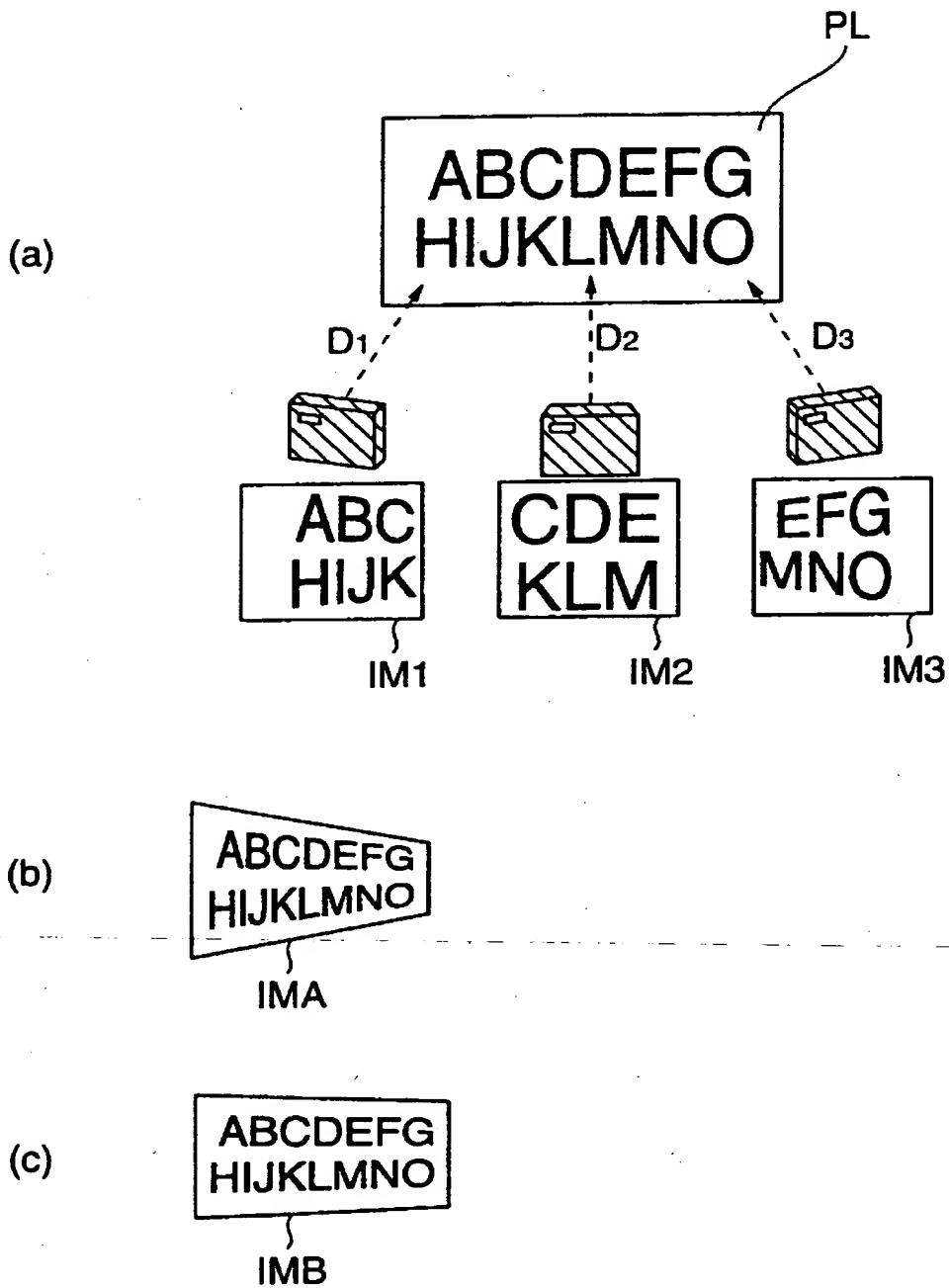
2 1 2 相関演算部
2 1 3 特徴点
2 1 5, 2 1 6 相関窓
2 1 7 対応点
2 2 1 3次元演算部
2 2 2 パラメータ算出部
2 2 3 座標変換部
2 2 4 画像面
2 3 1 射影変換算出部
2 3 2 座標変換部
2 4 1 ファインダ
2 4 2 インジケータ
2 7 1 スポット光源
2 7 1 a 光源
2 7 1 b 走査ミラー
2 7 1 c 駆動部
2 7 2 受光素子
2 7 3 3次元座標算出部
2 7 4 平面算出部
3 0 1 記録媒体
3 0 2 -CD-ROM
P L 被写体面
P C パーソナルコンピュータ (パソコン)
 $D_1 \sim D_3, d_1, d_2, d_j, d_k$ 方向
I M A, I M B, I M C 合成画像

【書類名】

図面

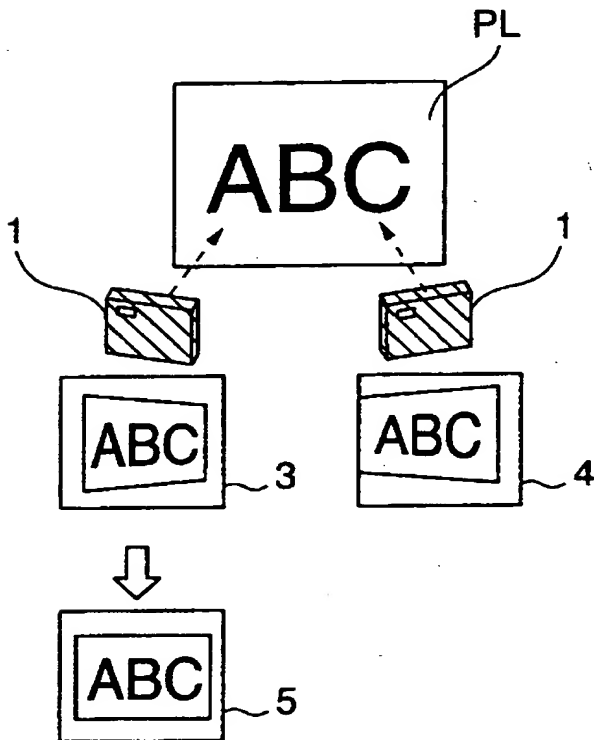
【図 1】

従来の技術における問題点を説明するための図



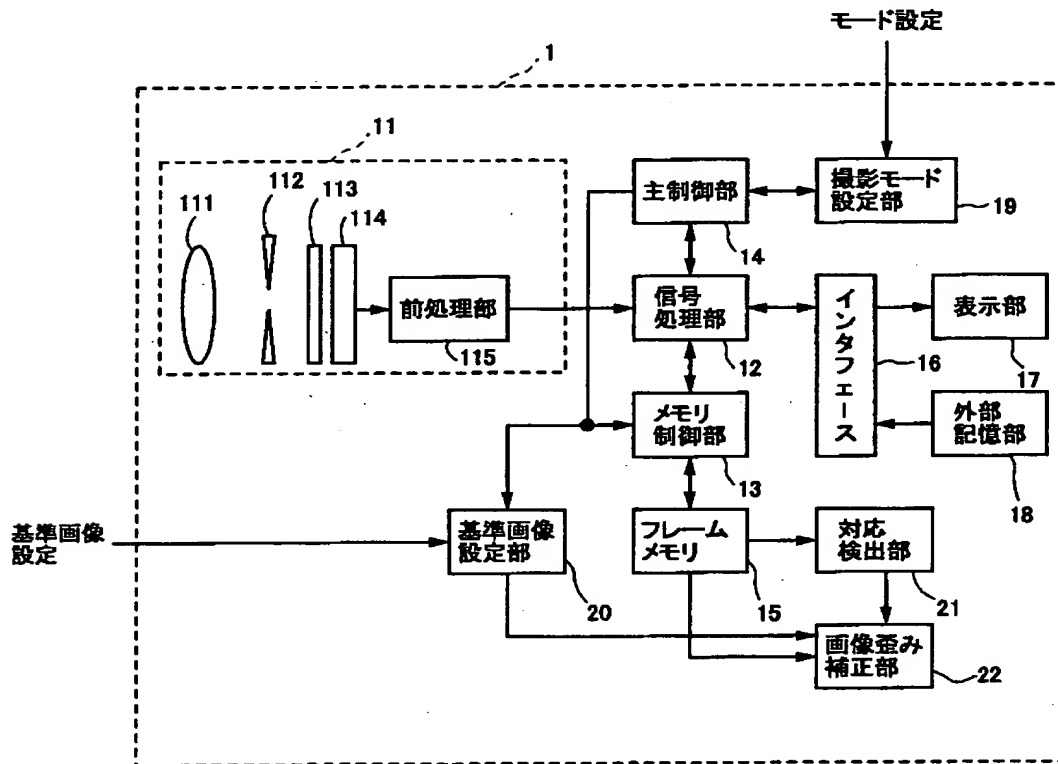
【図 2】

本発明の実施の形態1に係る画像処理方法及び
画像処理装置を説明するための図



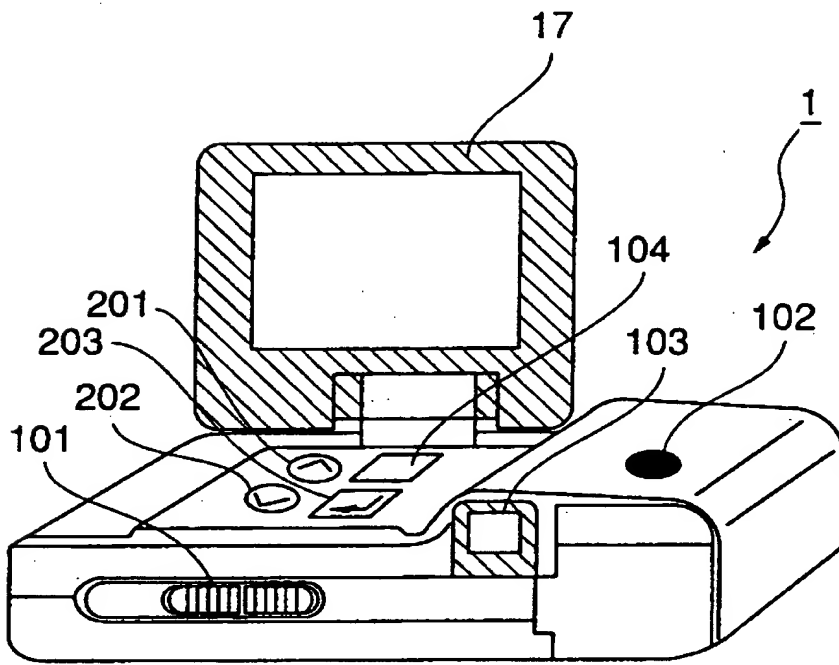
【図 3】

本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の構成を示す図



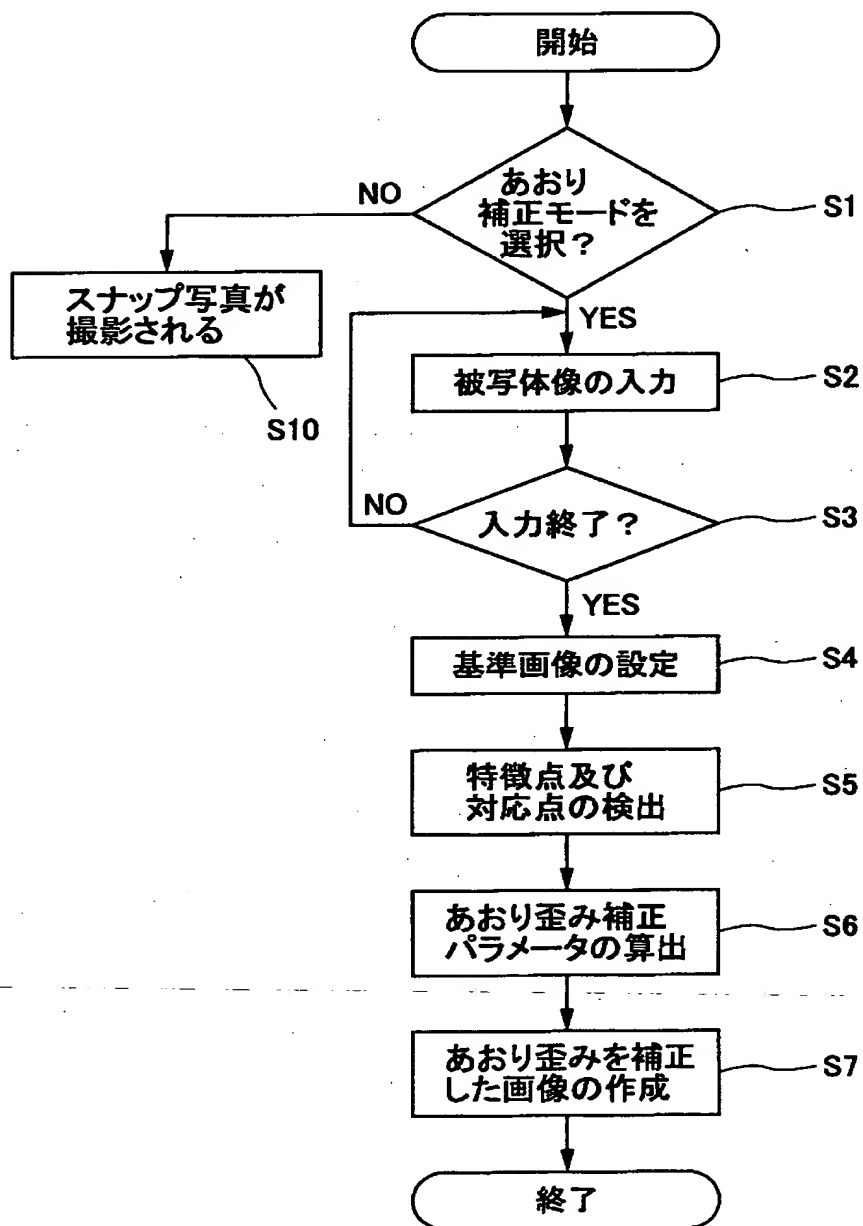
【図4】

図3に示された画像処理装置を示す斜視図



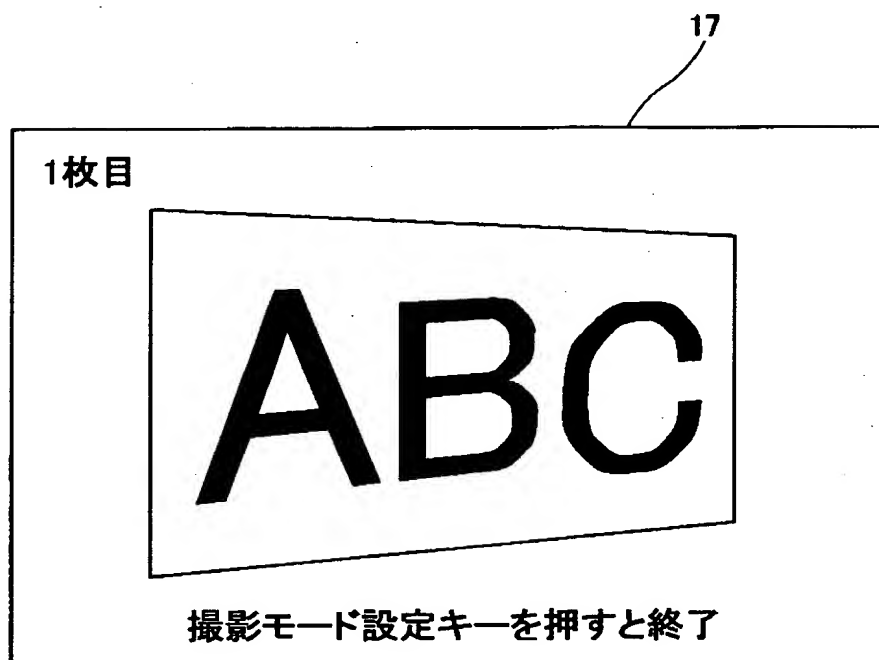
【図 5】

本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の動作を示すフローチャート



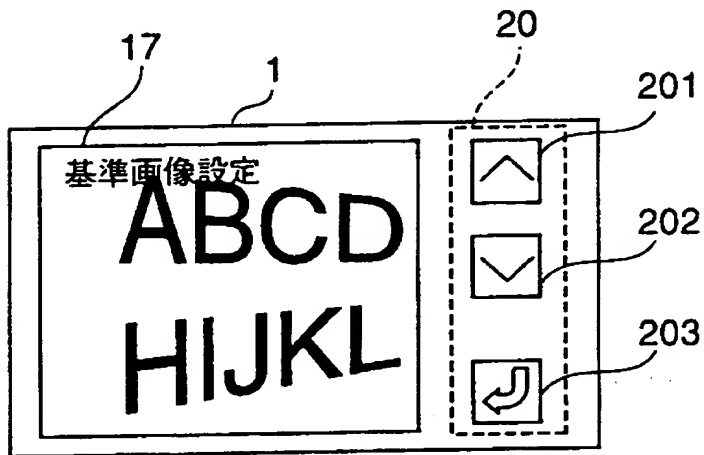
【図 6】

図3に示された表示部における撮影時の表示例を示す図



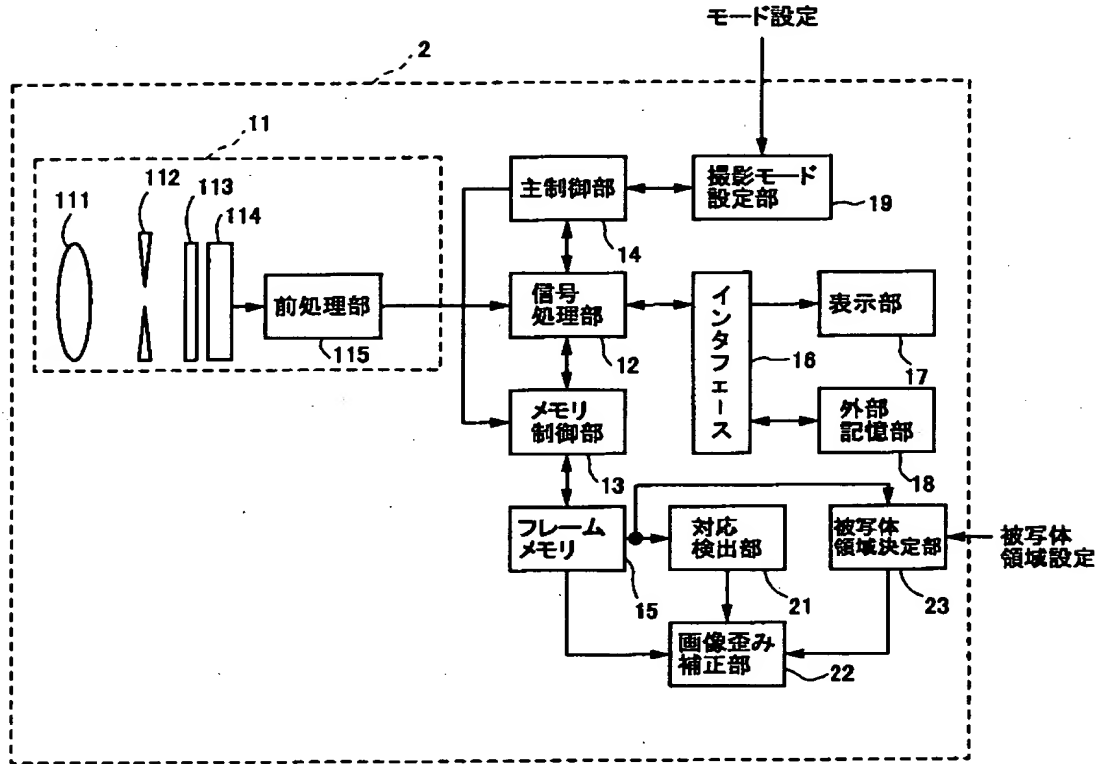
【図 7】

図3に示された基準画像設定部のレイアウトを示す図



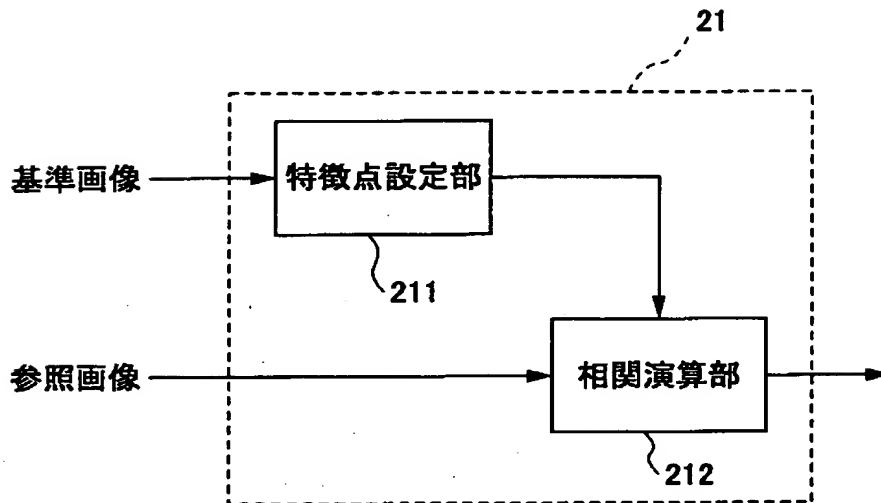
【図 8】

本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の他の例を示す図



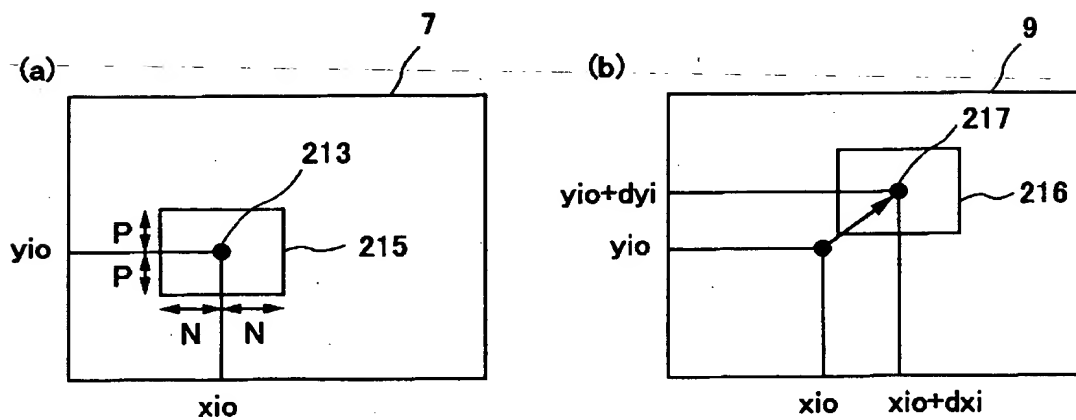
【図 9】

図3に示された対応検出部の構成を示す図



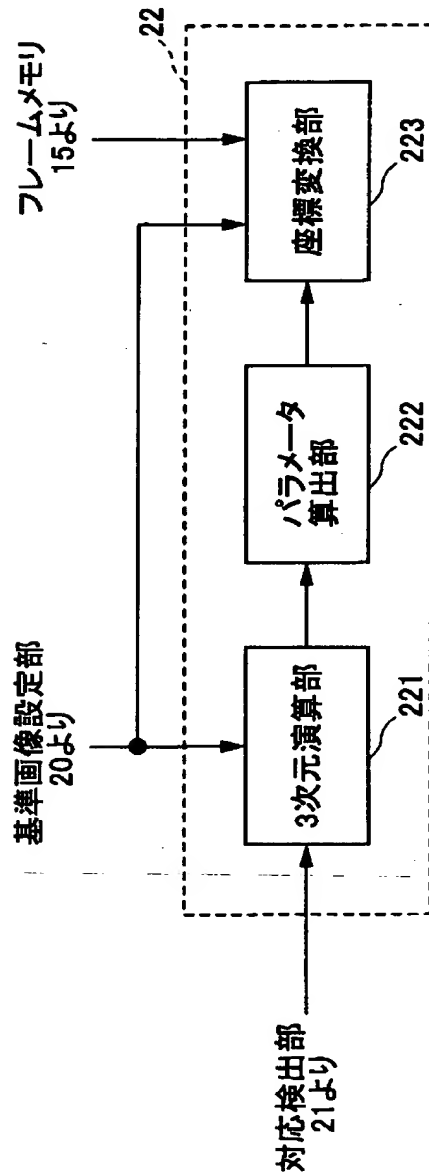
【図 10】

図9に示された相関演算部の動作を説明する図



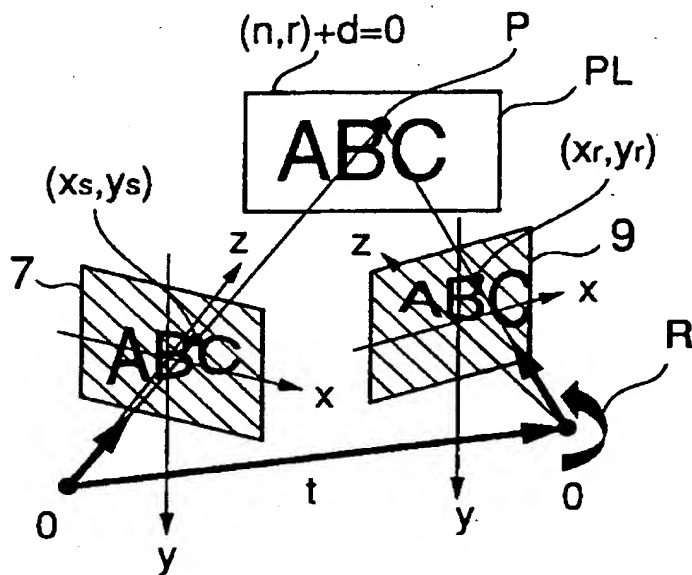
【図 1 1】

図3に示された画像歪み補正部の構成を示す図



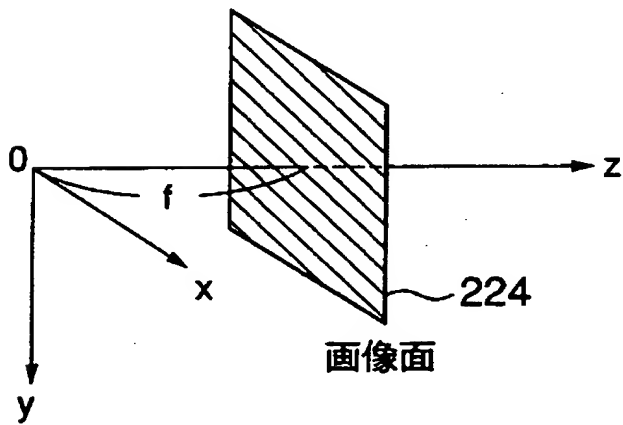
【図 12】

図3に示された画像歪み補正部の動作を説明する第一の図



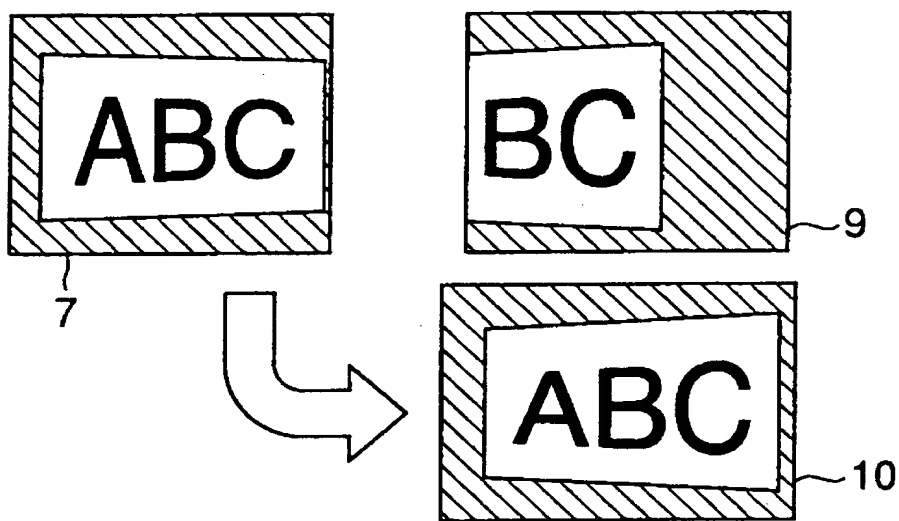
【図 1 3】

図3に示された撮像部の光学系を説明する図



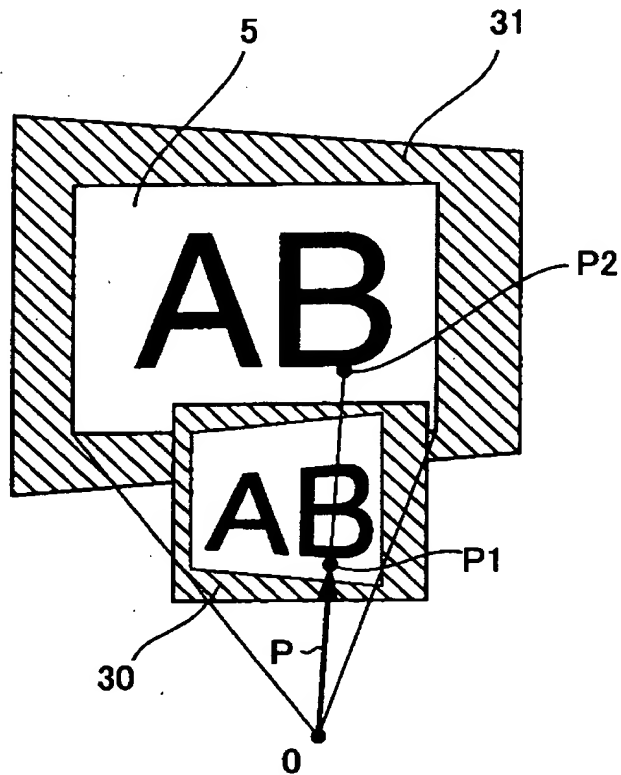
【図 14】

図11に示された3次元演算部による射影変換を説明する図



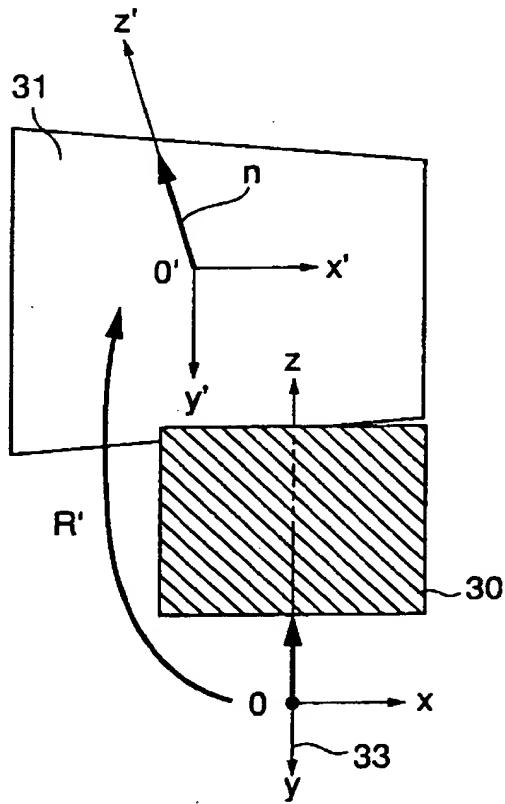
【図 15】

図3に示された画像歪み補正部の動作を説明する第二の図



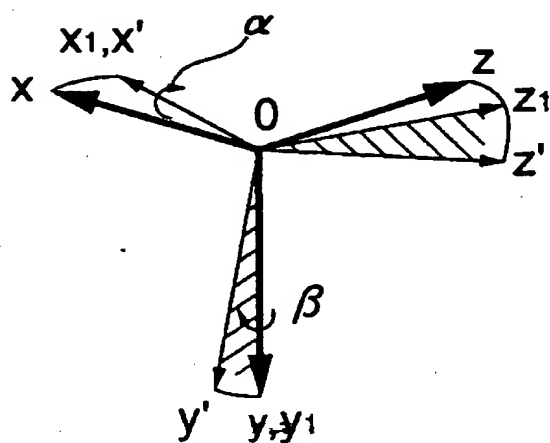
【図 16】

図11に示されたパラメータ算出部の動作を説明する第一の図



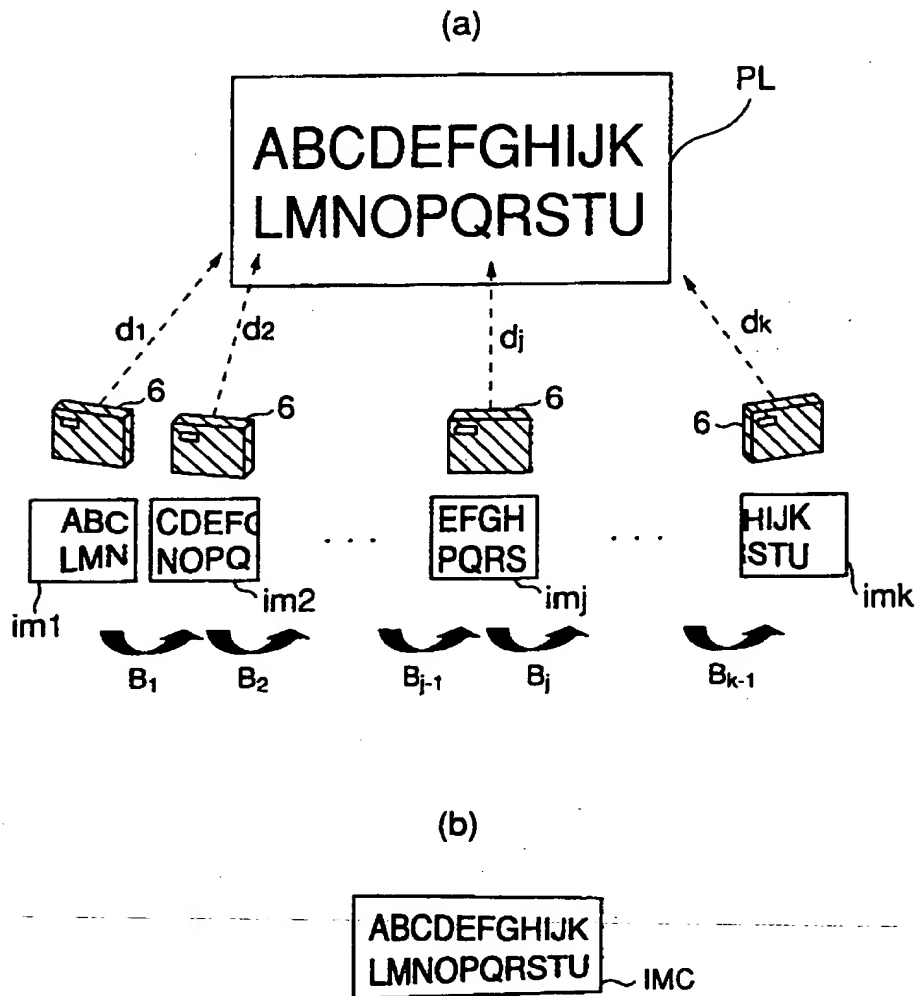
【図 17】

図11に示されたパラメータ算出部の動作を説明する第二の図



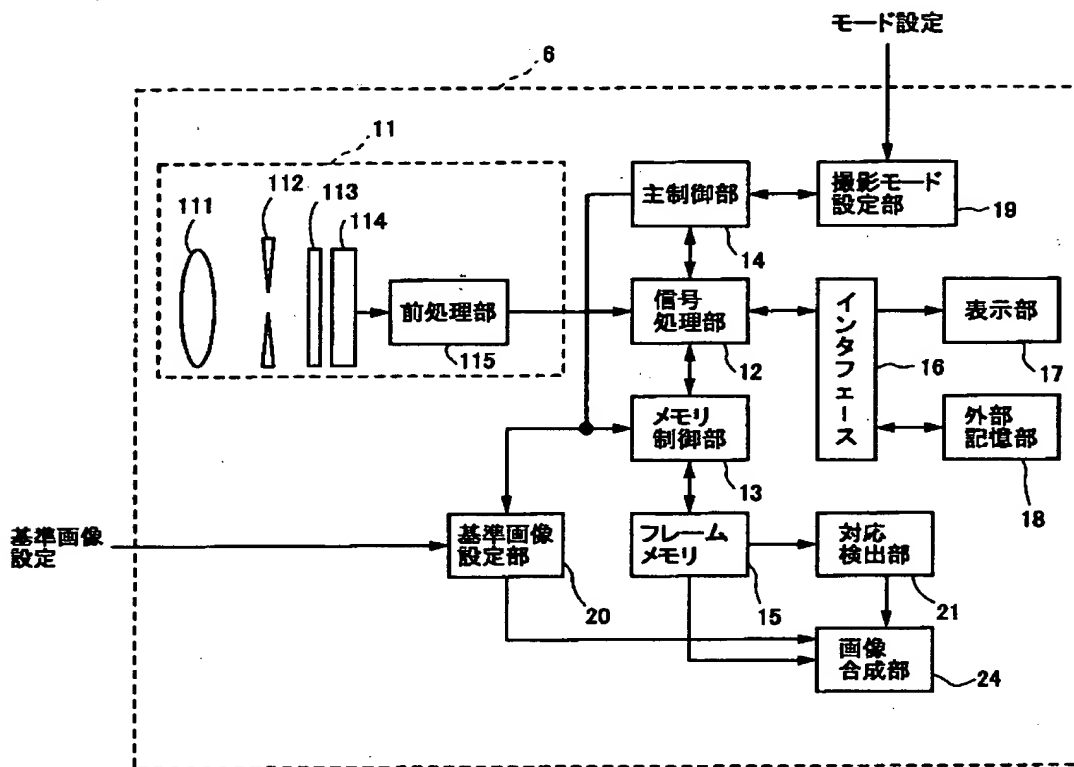
【図 18】

本発明の実施の形態2に係る画像処理方法及び
画像処理装置を説明するための図



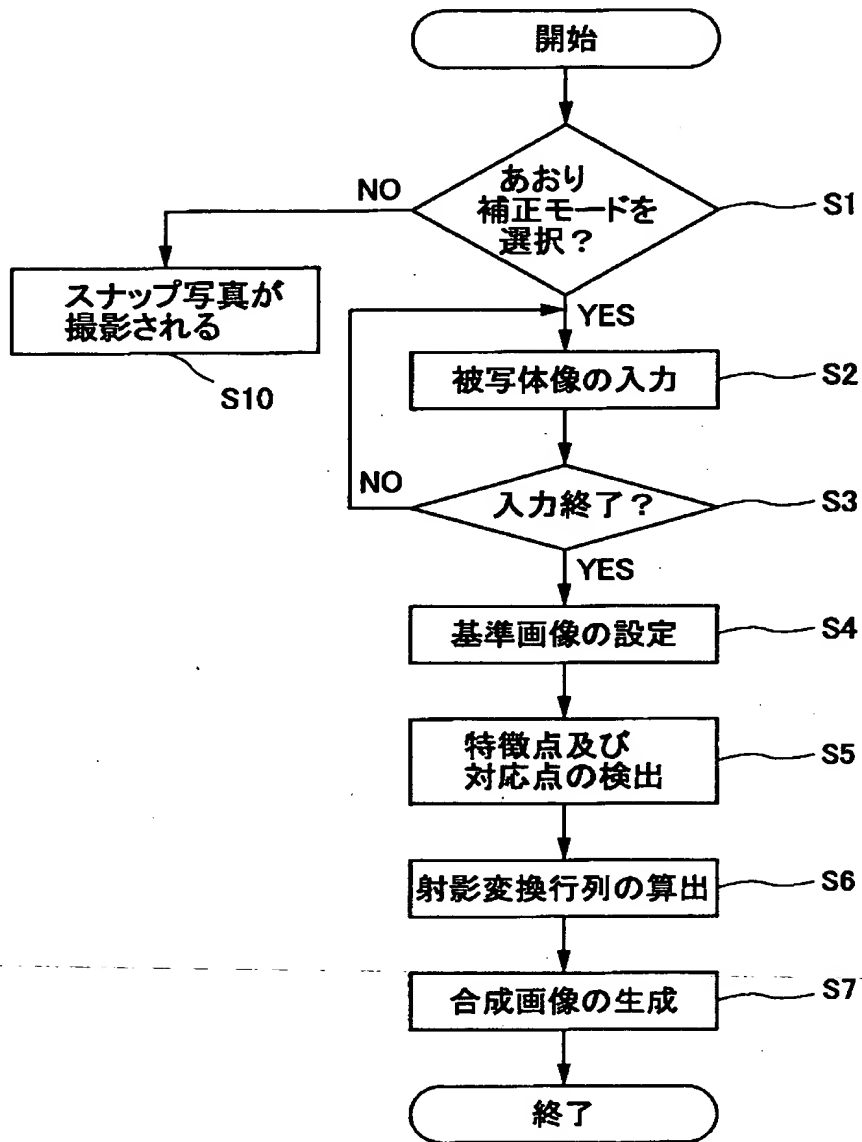
【図 19】

本発明の実施の形態2に係る画像処理装置の構成を示す図



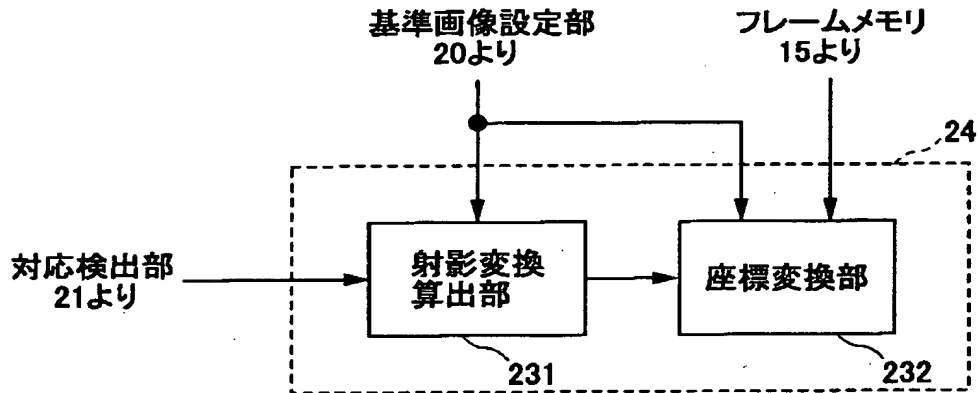
【図20】

本発明の実施の形態2に係る画像処理装置の動作を示すフローチャート



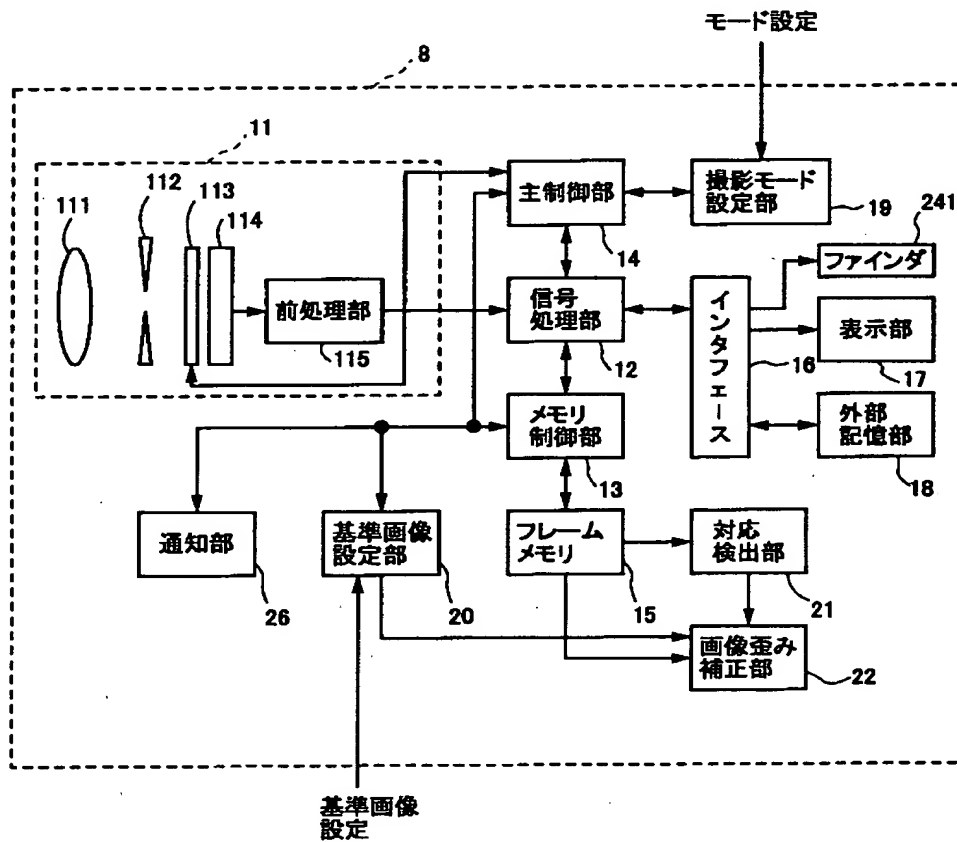
【図 2 1】

図19に示された画像合成部の構成を示す図



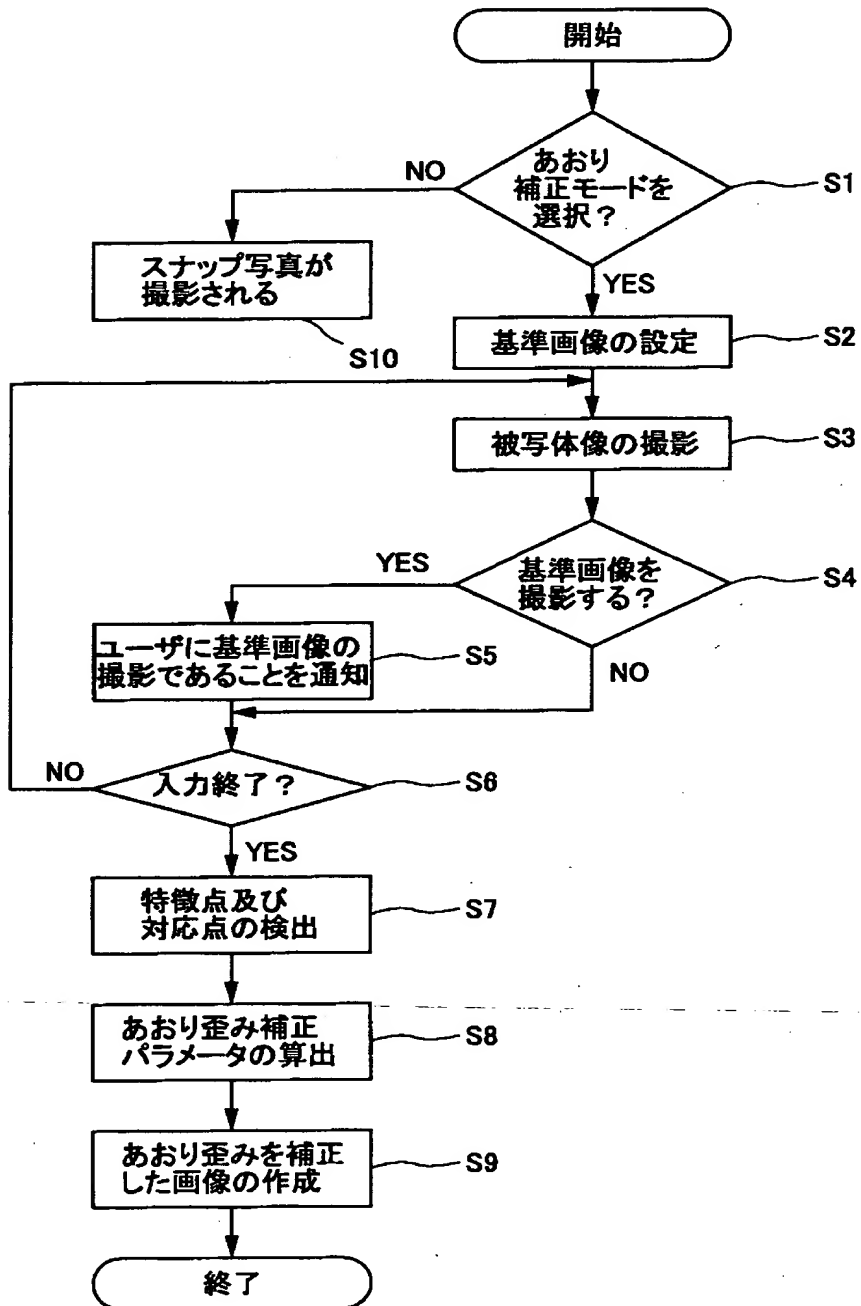
【図 22】

本発明の実施の形態3に係る画像処理装置の構成を示す図



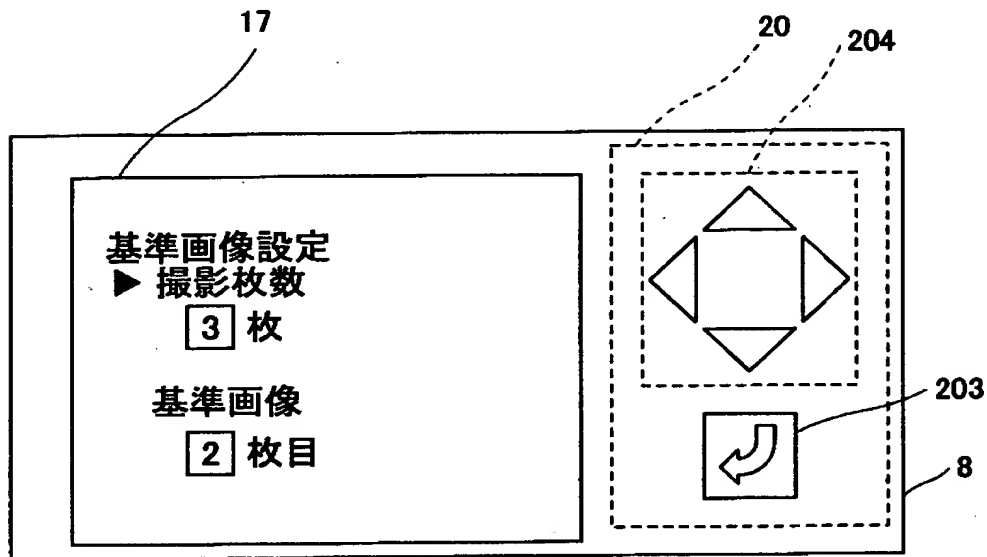
【図 23】

本発明の実施の形態3に係る画像処理装置の動作を示すフローチャート



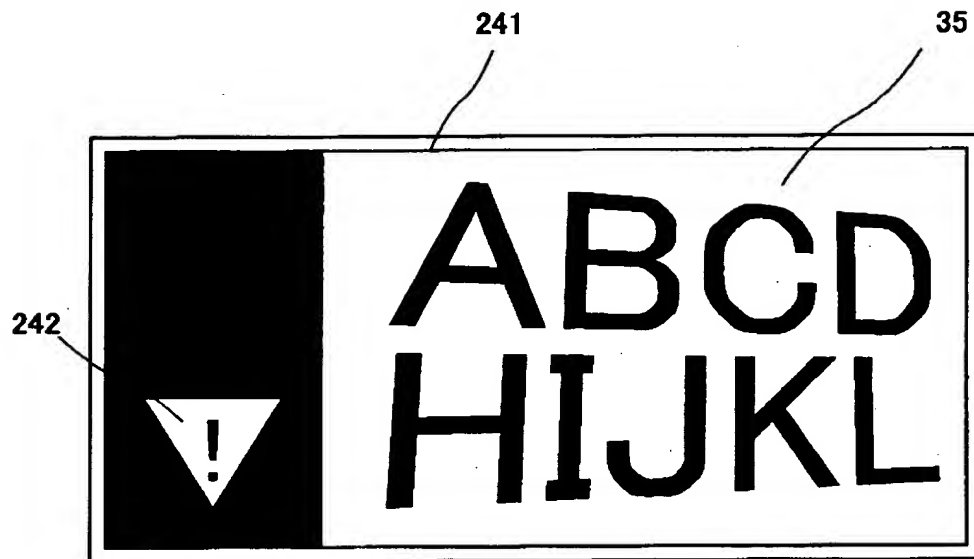
【図 2 4】

図22に示された基準画像設定部に対する基準画像の設定を説明する図



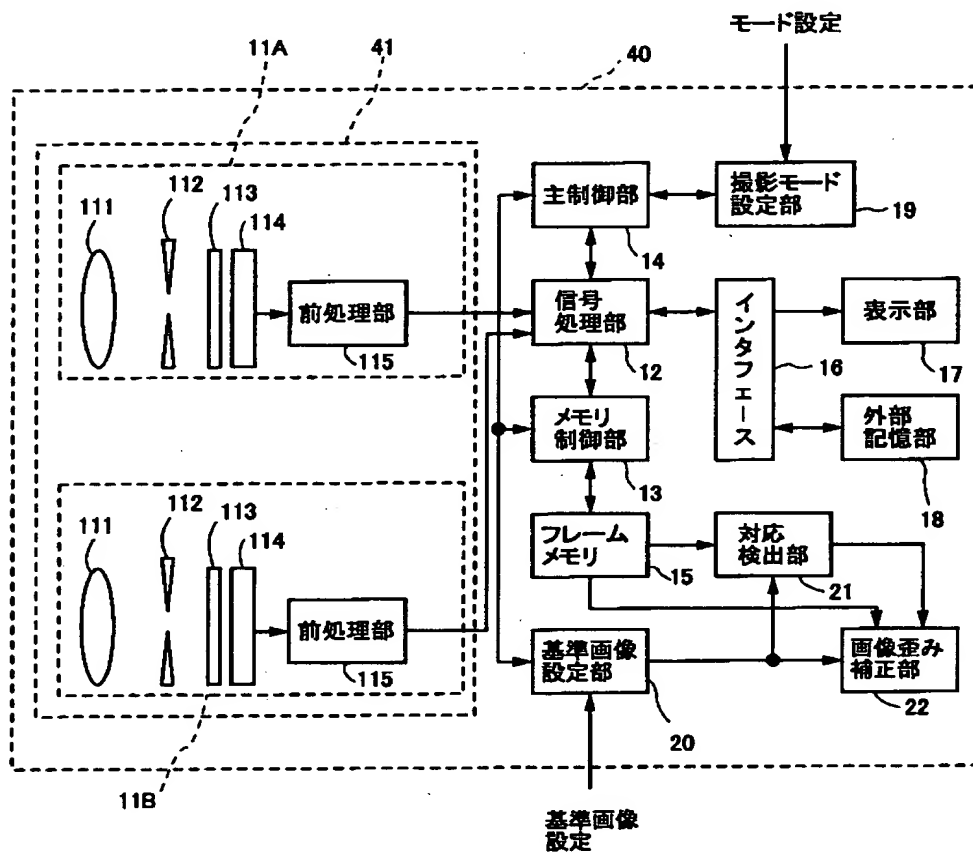
【図 2 5】

図22に示された通知部の動作を説明する図



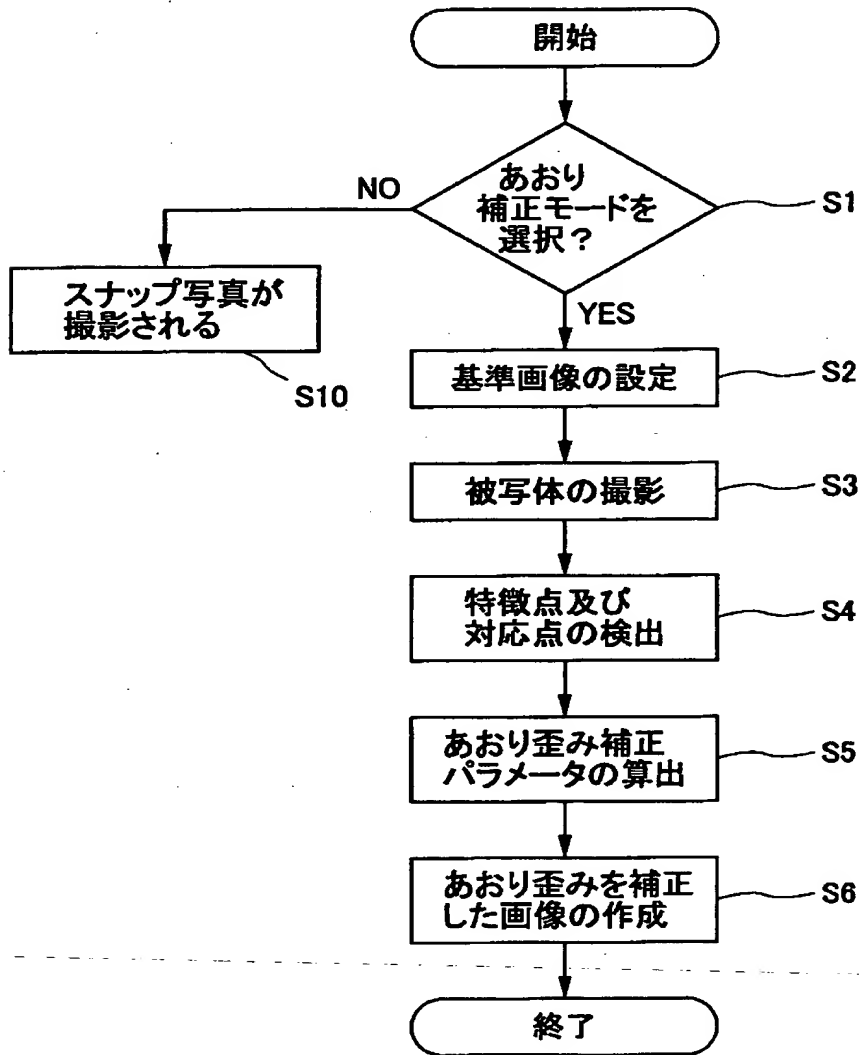
【図 26】

本発明の実施の形態4に係る画像処理装置の構成を示す図



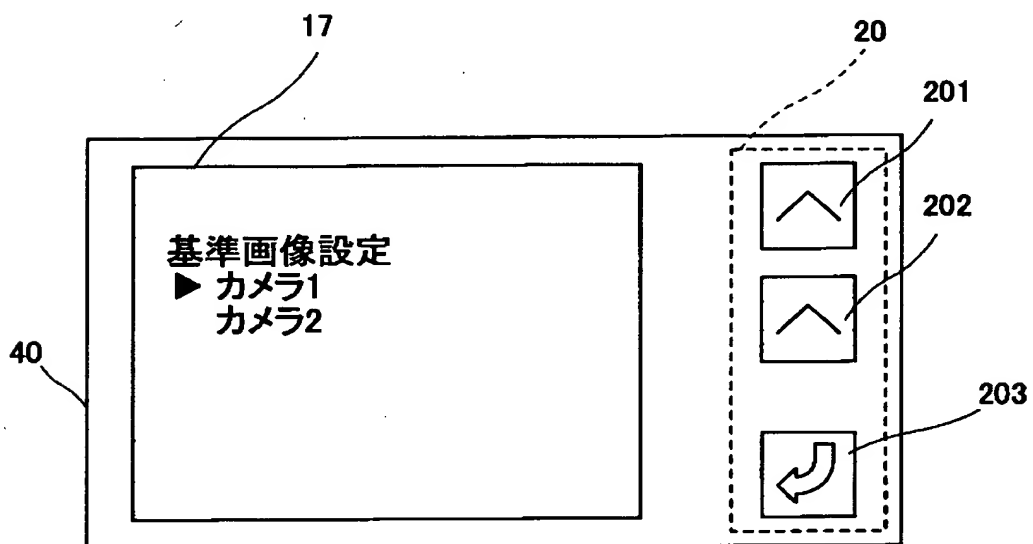
【図 27】

本発明の実施の形態4に係る画像処理装置の動作を示すフローチャート



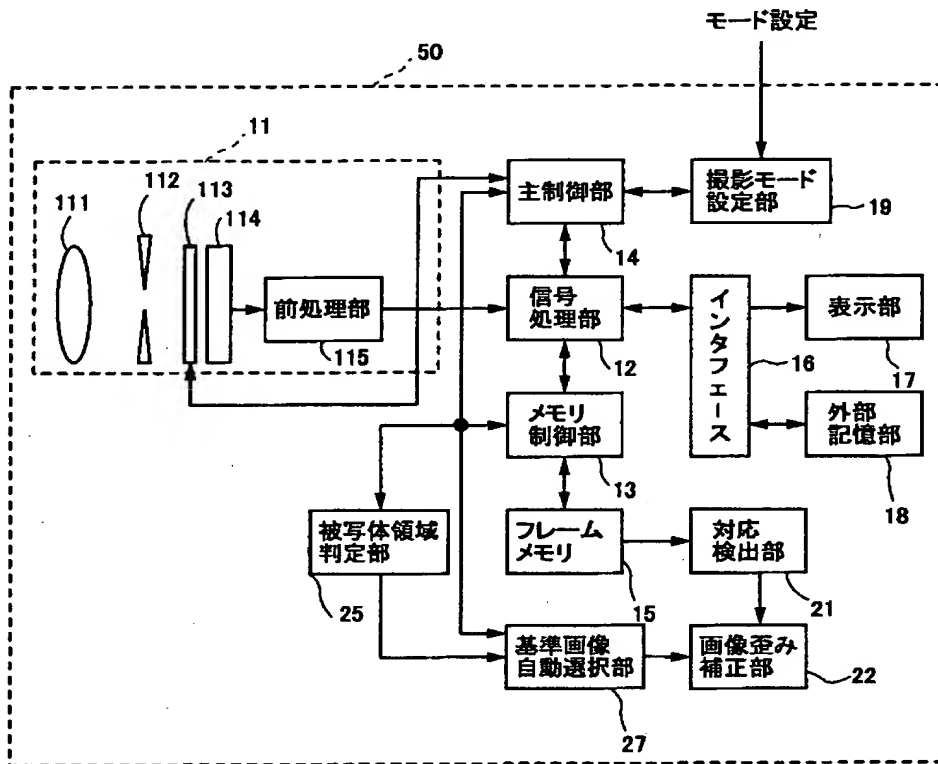
【図 2 8】

図26に示された基準画像設定部に対する基準画像の設定を説明する図



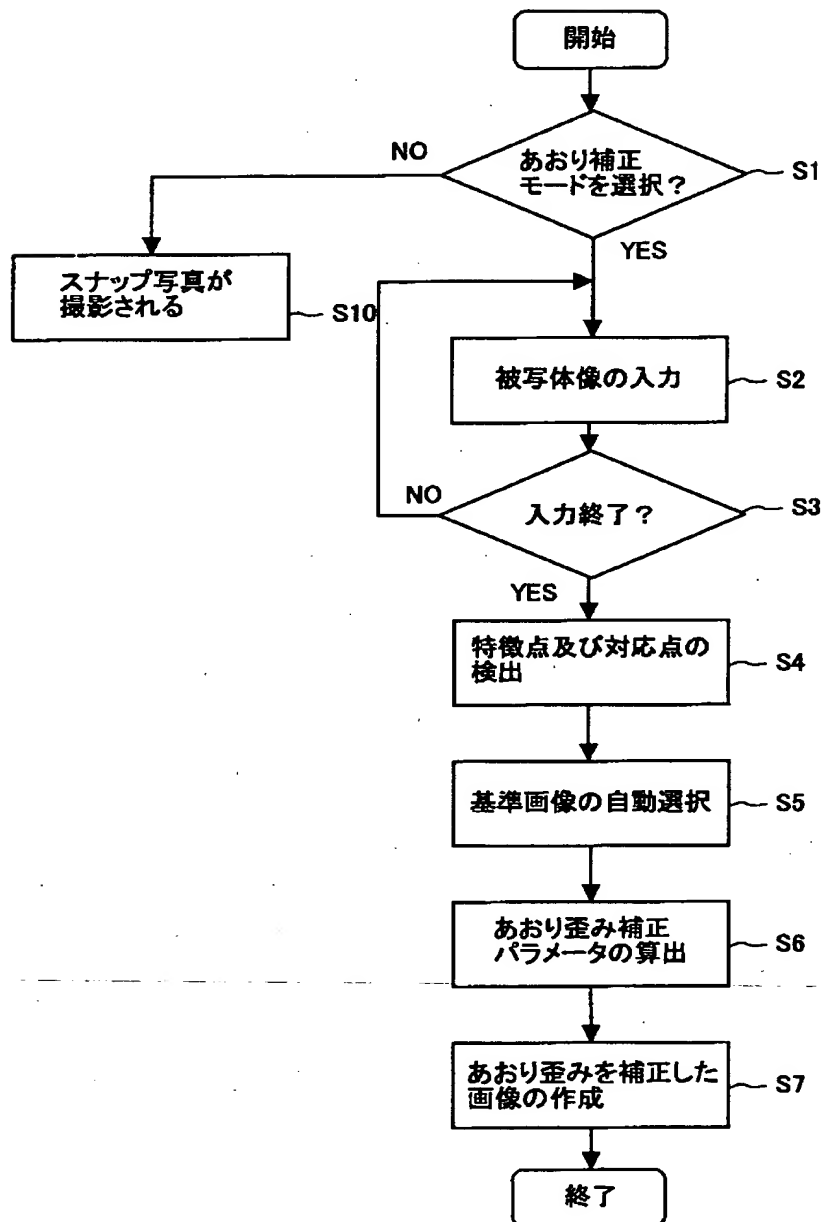
【図 29】

本発明の実施の形態5に係る画像処理装置における第一の構成例を示す図



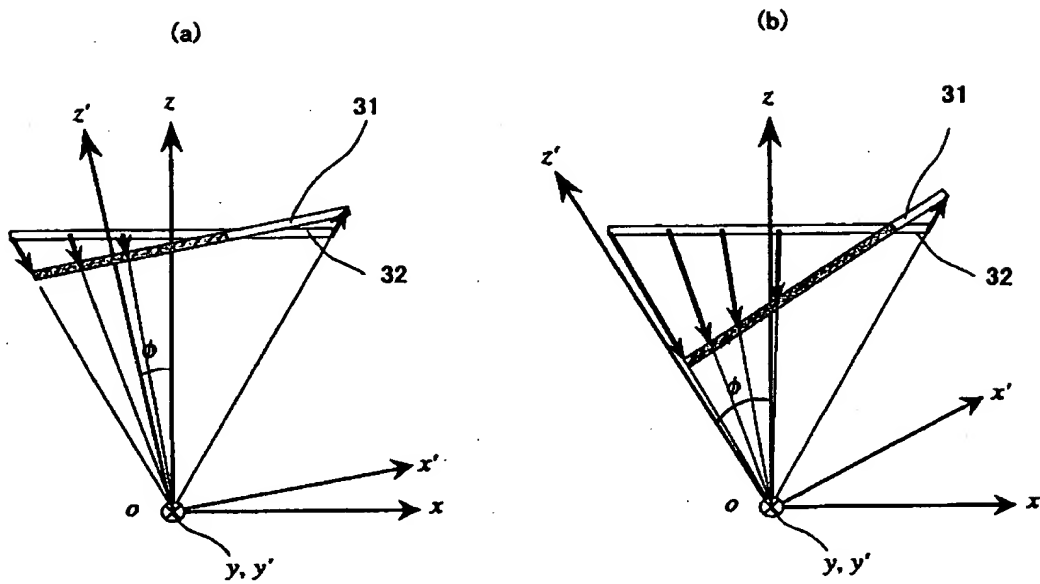
【図 30】

本発明の実施の形態5に係る画像処理装置 の動作を示すフローチャート



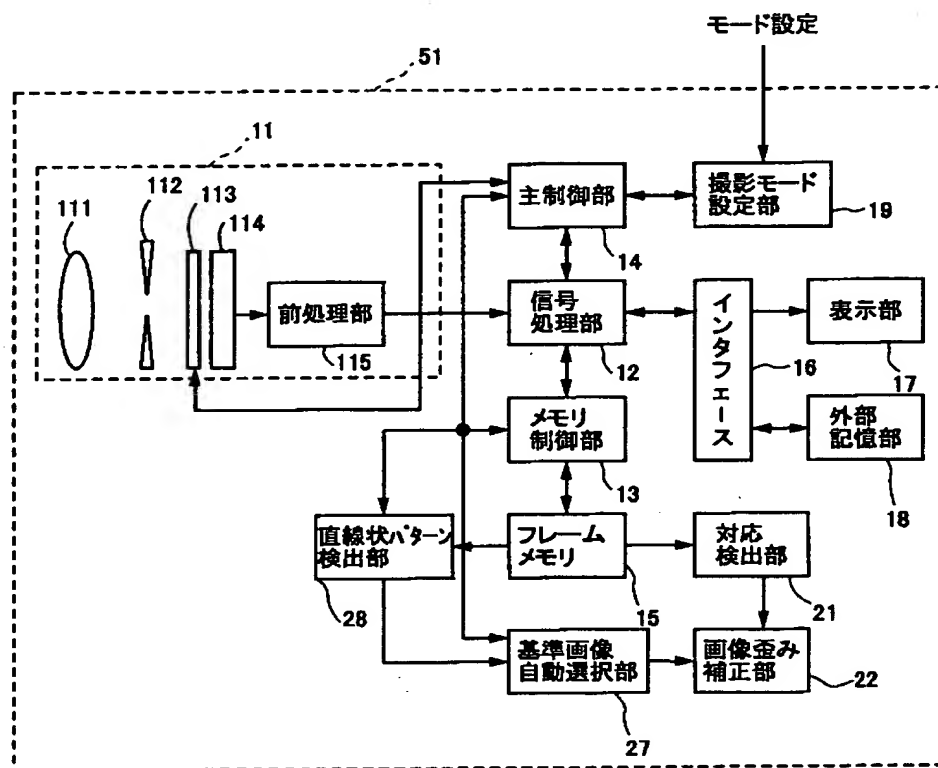
【図 31】

解像度劣化におけるあおり角依存性を説明する図



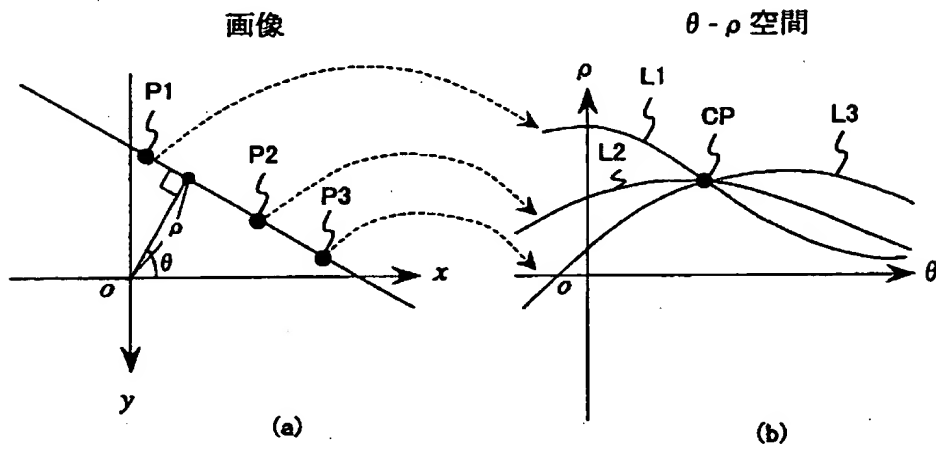
【图 3 2】

本発明の実施の形態5に係る画像処理装置における第二の構成例を示す図



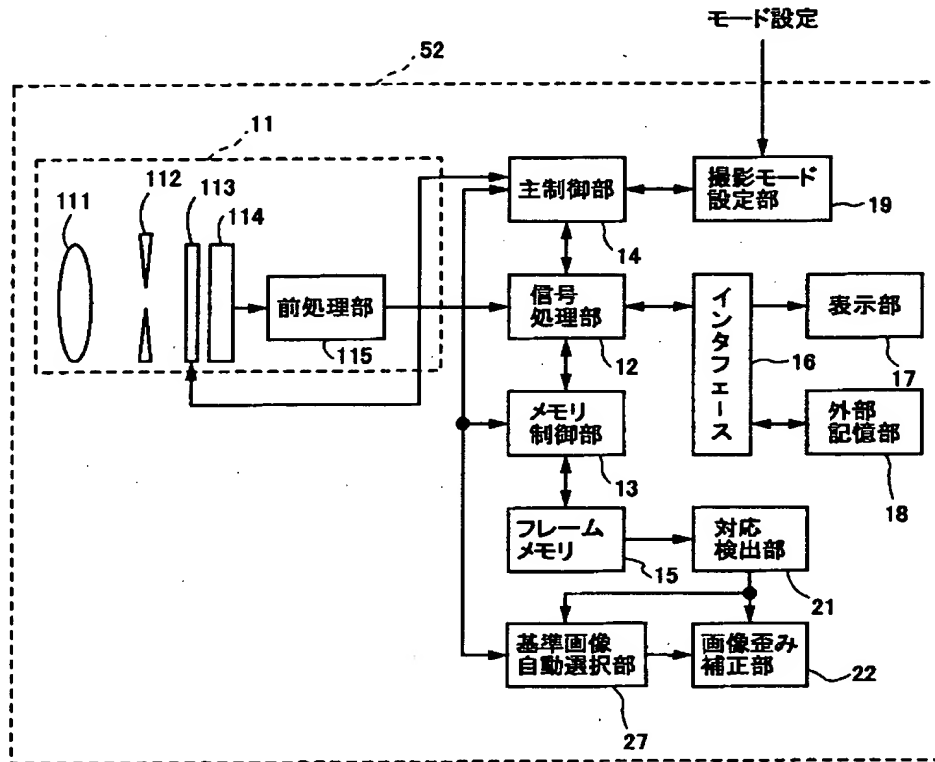
【図 3 3】

本発明の実施の形態5に係る画像処理方法において
用いられるHough変換を説明する図



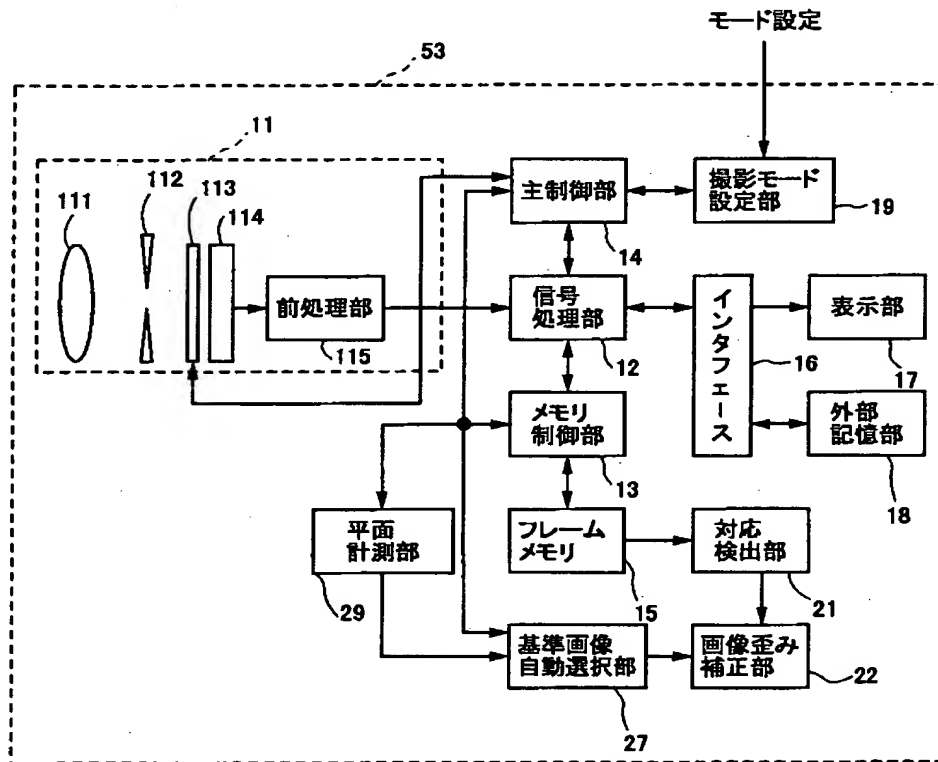
【図 34】

本発明の実施の形態5に係る画像処理装置における第三の構成例を示す図



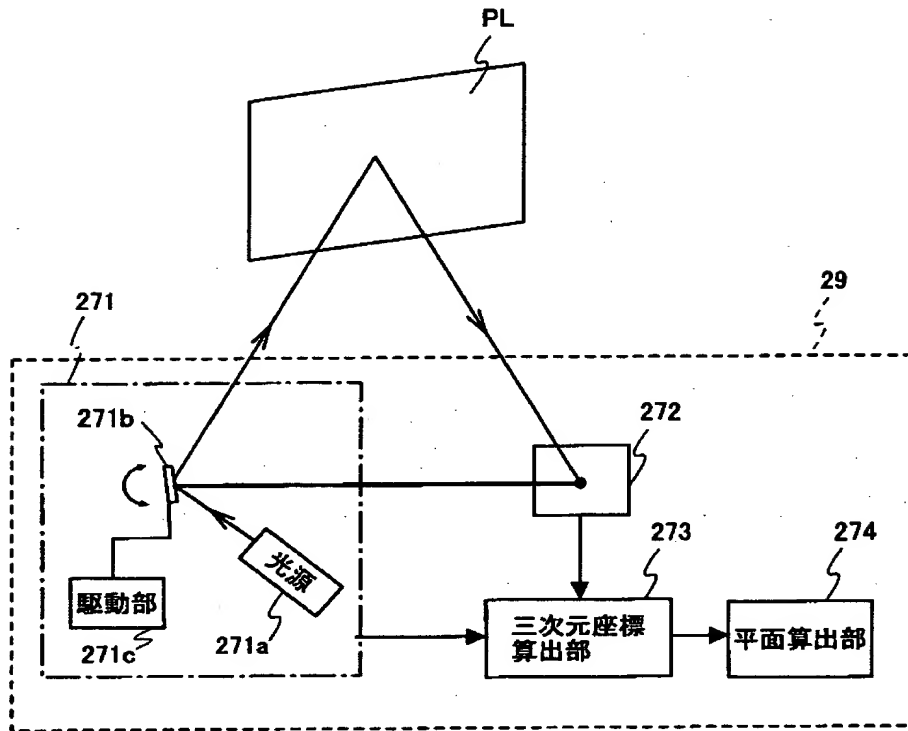
【図 35】

本発明の実施の形態5に係る画像処理装置における第四の構成例を示す図



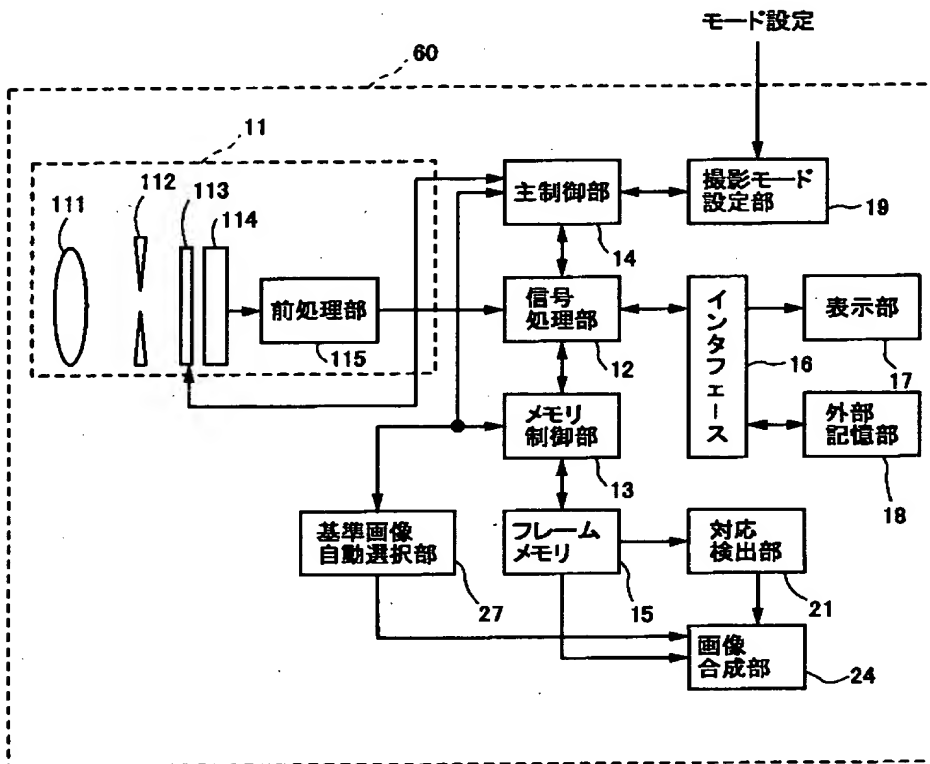
【図 36】

図35に示された平面計測部の構成を示す図



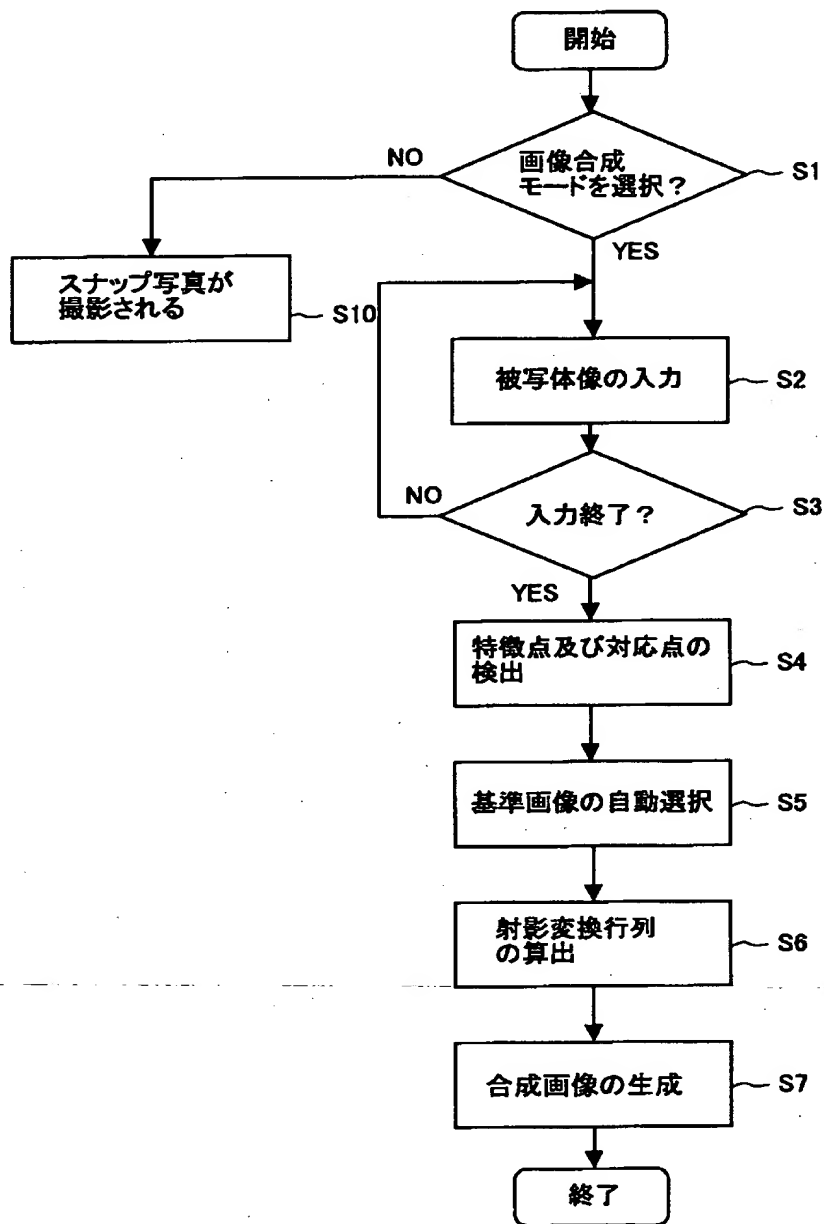
【図 37】

本発明の実施の形態6に係る画像処理装置の構成を示す図



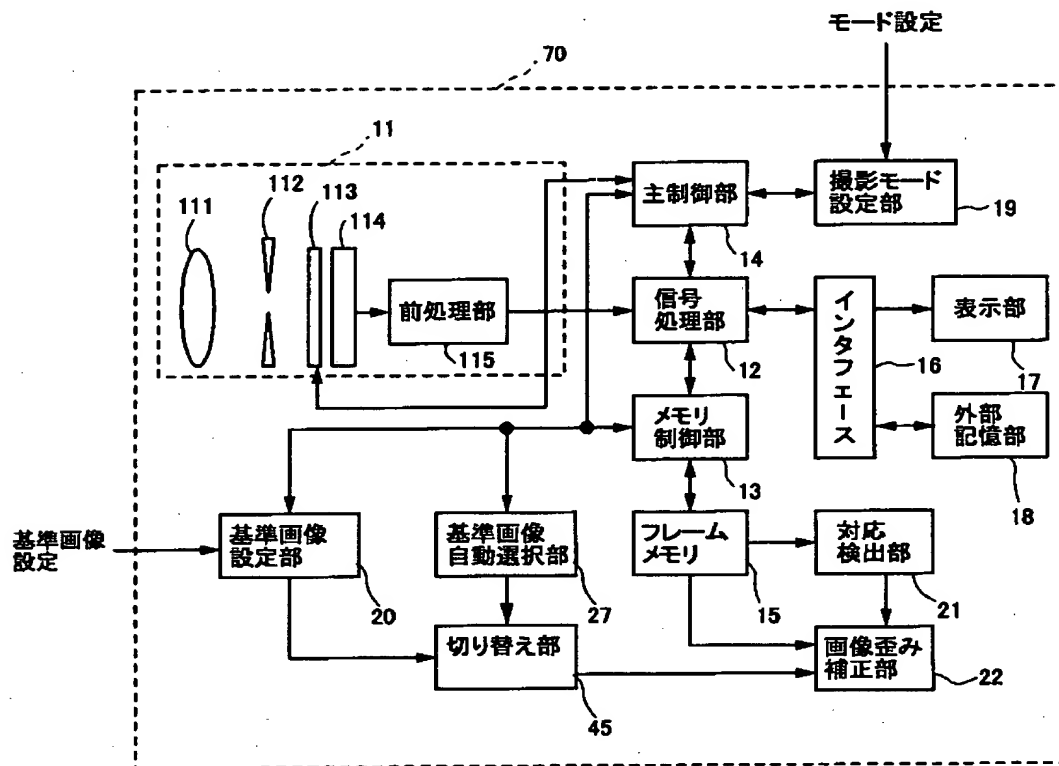
【図 38】

本発明の実施の形態6に係る画像処理装置 の動作を示すフローチャート



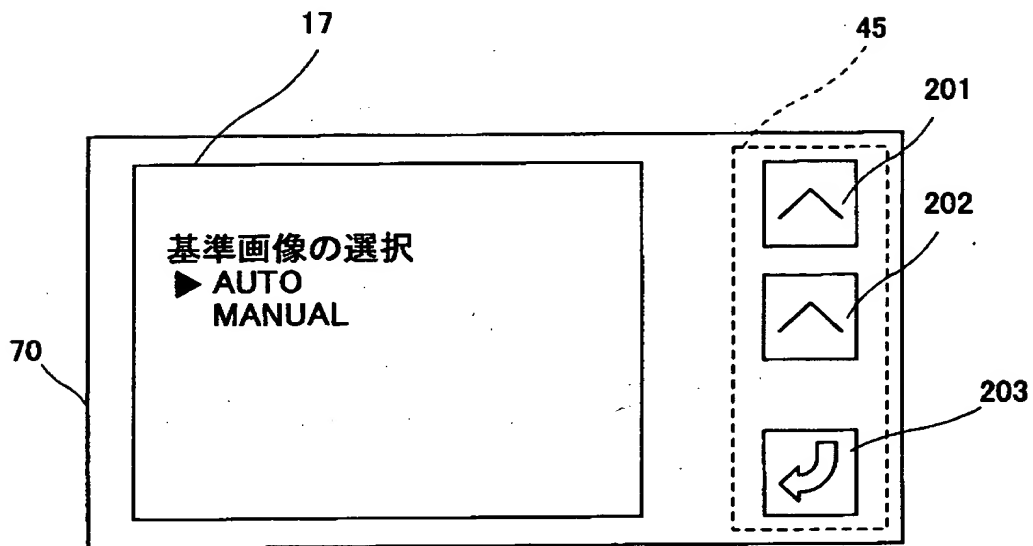
【図 39】

本発明の実施の形態7に係る画像処理装置の構成を示す図



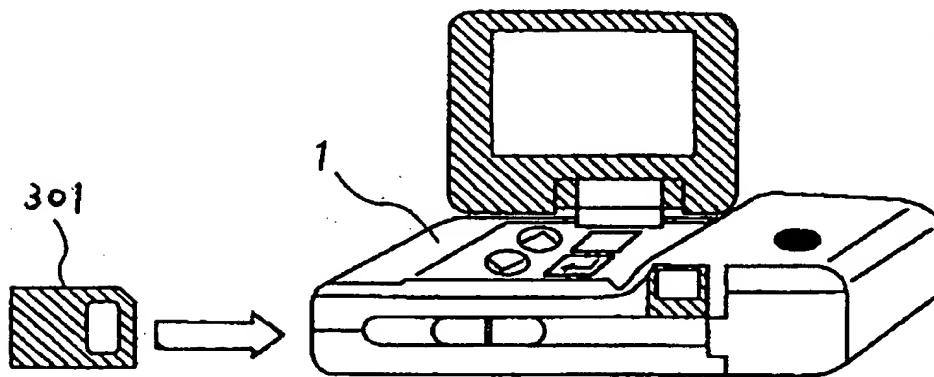
【図 4 0】

図39に示された切り替え部の動作を説明する図



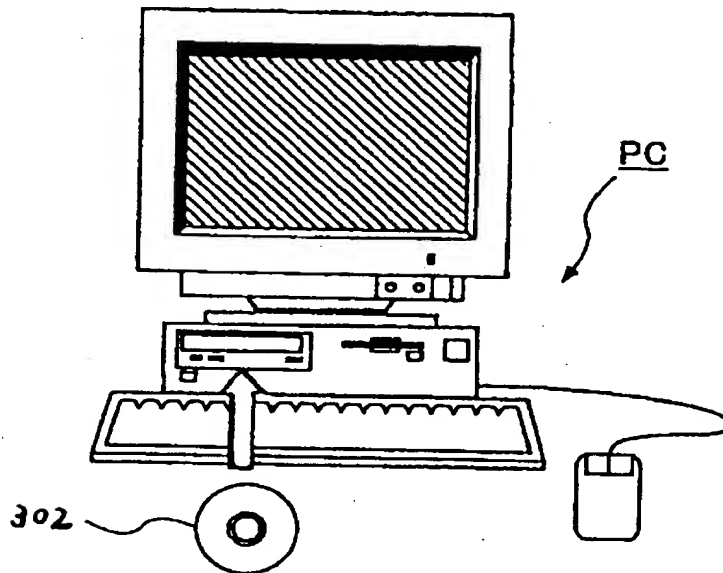
【図 4 1】

本発明の実施の形態に係る映像処理装置と記録媒体を示す図



【図 4 2】

本発明の実施の形態に係るコンピュータと
コンピュータ読み取り可能な記録媒体を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歪みを補正してより適正な画像を容易に得るための画像処理方法と画像処理装置、及び該方法を実現するための記録媒体を提供する。

【解決手段】 被写体に対して少なくとも一部が重複するよう複数の方向から撮影された画像の歪みを補正する画像処理装置 1 であって、撮影により得られた複数の画像内における重複部分の対応関係を検出する対応検出部 2 1 と、複数の画像の中から歪みを補正する対象を選択する基準画像設定部 2 0 と、対応検出部 2 1 により検出された対応関係に応じて、基準画像設定部 2 0 により設定された画像の歪みを補正する画像歪み補正部 2 2 とを備えたことを特徴とする画像処理装置 1 を提供する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006747]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区中馬込1丁目3番6号
氏 名	株式会社リコー